

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À
TROIS-RIVIÈRES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
MARYSE BÉLAND

ÉTUDE PHÉNOLOGIQUE DES POPULATIONS DE TROIS ESPÈCES DE
PUCERONS (HOMOPTERA : APHIDIDAE) PRÉSENTES DANS
LA CULTURE DE POMMES DE TERRE AU QUÉBEC

FÉVRIER 1999

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RÉSUMÉ

La culture de la pomme de terre *Solanum tuberosum* au Québec est l'une des plus importantes représentant quelque 13% de la production canadienne. Plusieurs ravageurs contribuent à diminuer la rentabilité de cette production, entres autres, les pucerons. Ces derniers peuvent transmettre plusieurs maladies virales en se nourrissant directement de la sève des feuilles de la plante. La détermination du seuil de traitement des pucerons devient problématique, ces derniers étant influencés dans leur développement par différents facteurs biotiques et abiotiques. Il devient opportun de définir les espèces présentes et leurs phénologies d'apparition et de développement en fonction des différents facteurs environnementaux et ce, afin de réduire d'éventuelles applications d'aphicides.

L'expérimentation s'est déroulée dans deux régions agricoles du Québec lors des saisons estivales de 1995-1996. A partir des données récoltées aux stations météorologiques et des observations faites sur des pièges cylindriques collants dans six

champs, nous avons pu établir les fluctuations des populations de pucerons et ainsi, proposer une stratégie d'intervention.

Le portrait général découlant de ces observations se caractérise par une distribution trimodale durant l'été. Les populations de pucerons sont surtout présentes au moment de la différenciation et de la période de floraison du plant de pommes de terre. De plus, ces insectes sont apparus plus nombreux sur les plants des variétés tardives. Les facteurs climatiques ne semblent compter que pour très peu dans la distribution des populations de pucerons en milieu agricole. Cette étude a pour objet principal de démontrer l'influence du milieu sur le développement des populations de pucerons en vue d'une meilleure exploitation de ces ravageurs.

REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes furent impliquées dans la réalisation de ce projet d'étude de deuxième cycle. Je remercie tout particulièrement le Dr Jean-Pierre Bourassa qui, par ses encouragements et ses précieux conseils, m'a permis de réaliser ce projet d'étude. Sa disponibilité et son aide matérielle ont aussi été grandement appréciées.

Je tiens également à remercier le réseau de dépistage AGRECO qui, par son support financier, m'a permis d'effectuer des prises de données chez des producteurs agricoles. Je remercie tout particulièrement M. Guy Fradette tant pour son soutien technique que moral ainsi que Mlle Dominique Quirion pour son aide sur le terrain; vos efforts ont été grandement considérés et très utiles pour l'accomplissement de ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier le Dr Antoine Aubin pour ses conseils judicieux au niveau de l'analyse statistique ainsi que M. Jean-Louis Benoit pour sa disponibilité, son aide technique et son encouragement tout au long de ces deux années de travail.

Enfin, je remercie M. Benoît Dumont pour son encouragement, sa participation aux travaux, sa patience et sa présence à mes côtés au cours des années passées et à venir.

Cette étude a été rendue possible grâce à la participation financière du réseau de dépistage AGRECO, des producteurs agricoles ainsi que de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	i
REMERCIEMENTS	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	x
CHAPITRE 1	1
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Problématique	1
Description générale du projet.....	6
CHAPITRE 2.....	9
Résumé	9
Introduction.....	11
Matériel et Méthodes	13
Résultats et discussion	17
Disposition phénologique	17
Disposition typologique.....	20
Répartition régionale	21

Conclusion	26
Remerciements	27
Références.....	29
Tableaux et figures	34
CHAPITRE 3.....	44
Résumé	44
Introduction.....	46
Matériel et Méthodes	49
Résultats et Discussion	53
Distribution temporelle.....	53
Facteurs climatiques	55
Conclusion	59
Remerciements	60
Références.....	61
Tableaux et figures	66
CHAPITRE 4.....	74
CONCLUSION GÉNÉRALE	74
RÉFÉRENCES	80
ANNEXE 1	86
TABLEAU COMPLÉMENTAIRE.....	87

ANNEXE 2	88
DIRECTIVES AUX AUTEURS	89
The Canadian Entomologist	90

LISTE DES TABLEAUX

ARTICLE 1

Tableau 1a : Disposition phénologique des espèces de pucerons	34
Tableau 1b : Disposition phénologique des espèces de pucerons	35
Tableau 2: Valeurs moyennes du nombre de pucerons observés sur les pièges.....	36
Tableau 3: Variables indépendantes étudiées selon les espèces de pucerons.....	37
Tableau 4: Préférence des populations de pucerons selon les cultivars.....	38
Tableau 5: Influence de la répartition régionale moyenne sur les pucerons.....	39
Tableau 6: Répartition des pucerons selon les producteurs	40

ARTICLE 2

Tableau 1: Distribution estivale des pucerons.....	66
Tableau 2a : Profil météorologique des sites de production.....	67
Tableau 2b : Profil météorologique des sites de production	68
Tableau 3 : Variables dépendantes selon les différentes espèces de pucerons	69

LISTE DES FIGURES

ARTICLE 1

Figure 1: Disposition des pucerons vert du pêcher selon les stades phénologiques...41

Figure 2: Disposition des pucerons de la pomme de terre selon les stades
phénologiques42

Figure 3: Disposition des pucerons de la digitale selon les stades phénologiques43

ARTICLE 2

Figure 1: Distribution des pucerons vert du pêcher selon les jours Julien70

Figure 2: Distribution des pucerons de la pomme de terre selon les jours
Julien.....71

Figure 3: Distribution des pucerons de la digitale selon les jours Julien.....72

Figure 4: Disposition totale des pucerons selon les stades phénologiques.....73

CHAPITRE 1

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce projet de recherche a été réalisé dans le cadre du programme de Maîtrise en sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Il porte sur la détermination des fluctuations d'abondance des populations d'aphididés dans deux régions agricoles du Québec; les facteurs biotiques et abiotiques ont été considérés afin de prévoir une meilleure gestion des populations de ravageurs et ainsi, diminuer la quantité d'aphicides éventuellement utilisés.

Problématique

La culture de la pomme de terre représente un revenu important pour certains producteurs agricoles. Selon le Bureau de la statistique du Québec, la production de

1991-1992 a été de 355 000 tonnes et a engendré des retombées monétaires directes de l'ordre de 46 millions de dollars (Mohamed 1994).

Plusieurs ravageurs contribuent à diminuer la rentabilité de la production de pommes de terre: le doryphore *Leptinotarsa decemlineata* Say, plusieurs pucerons, l'altise de la pomme de terre *Epitrix cucumeris* Harrington et la punaise terne *Lygus lineolaris* (Mohamed 1994). Cette étude ne tient compte que des pucerons susceptibles de s'attaquer à la pomme de terre.

Au Canada, on peut retrouver jusqu'à 600 espèces de pucerons (MacGillivray et Anderson 1958, MacGillivray 1972, Gualteiri et McLeod 1994). Certaines sont rencontrées plus fréquemment que d'autres (Mackaver et Way 1976), dépendamment de la localité, du climat (Eldin 1976, Whalon et Smilowitz 1979), de la distribution des plantes-hôtes et de plusieurs autres facteurs écologiques secondaires (Galecka et Kajak 1971, Cutter 1982). L'abondance de chaque espèce varie aussi d'année en année, de saison en saison, de champ en champ et d'un plant à l'autre (Barlow 1962).

Au Québec, les divers cultivars de pommes de terre sont particulièrement infestés par quatre espèces de pucerons: le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer), le puceron de

la digitale *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) et le puceron du nerprun *Aphis nasturtii* (Kaltenbach) (Boiteau 1983).

Dans la plupart des régions du Canada où l'on produit des pommes de terre, les pucerons ont un cycle vital compliqué. Ils peuvent comporter des individus ailés ou aptères, mâles et femelles ou seulement femelles. Les générations peuvent être parthénogénétiques vivipares (production sans accouplement de pucerons) ou ovipares (production d'oeufs après accouplement). Au Canada, les pucerons survivent habituellement à la rigueur de l'hiver sous forme d'oeufs. Au printemps, une larve femelle sort de chaque oeuf pour se nourrir des jeunes feuilles de l'hôte hivernal.

Durant sa croissance, la nymphe mue à quatre reprises et devient, à maturité, un puceron vivipare aptère. Cette fondatrice ou mère souche produit des individus femelles qui se nourrissent également des jeunes feuilles de l'hôte hivernal; à maturité, ces derniers peuvent être ailés ou aptères. Les formes ailées s'envolent pour aller se poser sur des plantes herbacées tels les mauvaises herbes, les légumes (dont la pomme de terre) et les fleurs cultivées où elles ne produisent que des larves femelles. Ce processus reproductif (parthénogénèse vivipare) par lequel les femelles engendrent d'autres femelles sans accouplement se poursuit de génération en génération durant les jours aux

périodes d'ensoleillement maximum (c'est-à-dire une photopériode de 16 heures d'ensoleillement par jour) (Gualteiri et McLeod, 1994).

Généralement vers la fin du mois d'août, quand la luminosité journalière décroît sous 14 heures, quelques-unes des larves produites par les femelles vivipares aptères deviennent des mâles (habituellement ailés). Les femelles vivipares ailées quittent les hôtes d'été pour s'envoler vers leurs hôtes hivernaux (tels que le prunier et le pêcher) où elles libèrent des larves qui, à maturité, deviendront des femelles ovipares aptères. Celles-ci s'accouplent aux mâles et déposent leurs oeufs qui passeront l'hiver sur un hôte (Gualteiri et McLeod 1994).

Durant l'été, les pucerons sont généralement retrouvés sur la face dorsale de la feuille de la pomme de terre où, indirectement ils peuvent causer des dommages en injectant un virus (le plus important est le PLVR ou le virus de l'enroulement de la feuille) provoquant l'enroulement de la feuille (Metcalf et Flint 1962, Andersson 1977) et directement en s'alimentant sur le plant (Foott 1977).

Le puceron vert du pêcher peut transmettre près d'une centaine de maladies virales aux plantes d'une trentaine de familles incluant des cultures majeures dont la pomme de terre (Van Emden et al. 1969). Le puceron du nerprun est rarement en nombre

suffisant pour nuire au rendement mais par contre, c'est un vecteur de maladies virales au même titre que le puceron de la pomme de terre. Le puceron de la digitale est présent dans les cultures de pommes de terre mais, il atteint rarement des densités entraînant des dégâts notables. Toutefois, il joue aussi un rôle de vecteur de maladies virales (Müller 1970).

Ainsi, le mode de transmission des virus étant bien connu chez les pucerons, l'intérêt principal de cette étude est de connaître la dynamique des populations de pucerons dans les champs de pommes de terre au Québec; dans ce contexte, selon Van Emden et al. (1969), il est important de tenir compte: a) des différents changements numériques qui surviennent dans les populations; b) des facteurs environnementaux causant ces changements; c) des critères modélisant les changements dans l'abondance des populations. Une des contributions originales de cette étude, en regard à la littérature concernée, réside dans le relevé et la comparaison des fluctuations de populations de pucerons qui infestent différents types de cultivars de pommes de terre dans deux régions agricoles du Québec.

Les objectifs spécifiques de ce travail consistent à: a) connaître les espèces présentes et définir leurs phénologies d'apparition et de développement selon différents cultivars de pommes de terre; b) déterminer l'amplitude du développement des espèces

de pucerons en fonction des stades phénologiques du plant de pommes de terre; c) vérifier la distribution temporelle des populations de pucerons en tenant compte des conditions météorologiques. Ce projet s'insère dans la perspective globale visant à réduire l'utilisation des pesticides d'ici l'an 2000 (Gualteiri et McLeod 1994). L'objectif général de l'étude est de connaître le développement des populations de pucerons dans les régions agricoles du Québec, selon les facteurs suivants : les dispositions phénologique et typologique, la répartition régionale, la distribution temporelle et le climat. Ces derniers pourraient mener à un patron combinant la dynamique des populations de pucerons et la réduction sensible des aphicides.

Description générale du projet

L'étude s'est déroulée dans deux régions agricoles du Québec soit celles de Nicolet et de la Mauricie pendant les saisons de cultures de 1995 et 1996. Trois champs des principaux cultivars utilisés au Québec (Mohamed 1994) furent sélectionnés: Supérieur (variété hâtive), Kennebec (variété semi-hâtive) et Chieftain (variété tardive). Dans chacun de ces champs, des pièges cylindriques collants étaient installés permettant deux fois par semaine, la capture de pucerons. Ces derniers récoltés étaient placés dans de l'alcool 70% pour ensuite être identifiés et comptés. Aussi, trois stations

météorologiques enregistraient quotidiennement la température de l'air, la quantité de pluie tombée, le degré d'humidité ainsi que la vitesse et la direction du vent.

A l'aide de ces données ainsi que celles relatives à la phénologie du plant de pommes de terre, les fluctuations des populations de pucerons étaient établies selon les deux régions retenues, les fermes et les champs. Les comparaisons réalisées ont permis de vérifier si les populations de pucerons se comportent comme une entité homogène ou en groupes distincts les uns des autres.

Le présent mémoire de maîtrise comprend deux parties. La première partie (Chapitre 2) porte sur la dynamique des populations au niveau du plant sur lequel le puceron évolue. L'influence de la phénologie du plant de pommes de terre, la variété sur laquelle les pucerons évoluent ainsi que l'emplacement des fermes étudiées constituent autant de facteurs pouvant mener à la caractérisation de la dynamique de ces aphididés. Chacun de ces facteurs est analysé afin de déterminer s'il peut jouer un rôle dans la fluctuation des populations. La deuxième partie (Chapitre 3) présente le volet temporel influençant la dynamique des populations de pucerons (ou démécologie). Les facteurs climatiques y sont inclus afin de bien caractériser les populations selon diverses situations météorologiques estivales.

Ces deux parties sont présentées sous forme d'articles scientifiques devant être soumis à la revue "The Canadian Entomologist" selon les directives de cette dernière.

CHAPITRE 2

CARACTÉRISTIQUES DÉMÉCOLOGIQUES DES PUCERONS (HOMOPTERA: APHIDIDAE) DANS LA CULTURE DE POMMES DE TERRE AU QUÉBEC.

DÉPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC A TROIS-RIVIERES, C.P. 500, TROIS-RIVIERES
(QUÉBEC), CANADA \ G9A 5H7

Résumé

Dans la culture de la pomme de terre, le modèle saisonnier de l'abondance des populations de pucerons est caractérisé pour l'ensemble de cette famille. Aucune préoccupation n'est accordée à l'importance de chacun des cultivars et des différents stades phénologiques du plant. L'influence du milieu, où les pucerons évoluent, joue un rôle déterminant dans la fluctuation de leurs populations. Ainsi, l'objectif de l'étude est de démontrer la distribution des populations de pucerons ailés en fonction des facteurs

suivants : la phénologie et la typologie du plant de pommes de terre ainsi que la situation régionale.

Trois champs furent sélectionnés dans deux régions , soit Nicolet et la partie sud de la Mauricie. Les variétés cultivées sont différentes dans chacun des trois champs soient deux variétés tardives (Kennebec et Chieftain) et une variété hâtive (Supérieur).

L'effet non-négligeable de la distribution des pucerons ailés en fonction de la phénologie est constaté par leur concentration lors des périodes de différenciation et de floraison. Aussi, les pucerons ailés sont plus nombreux dans les variétés tardives que dans la variété hâtive. Au niveau de la répartition régionale, la distribution des populations de pucerons ailés est différente. La région de Nicolet contient plus de pucerons ailés que la région de la Mauricie.

Finalement, il apparaît impossible de démontrer un patron précis pour l'ensemble des populations de pucerons ailés mais il semble que ces dernières soient particulièrement sensibles à la phénologie et à la typologie du plant de pommes de terre. La gestion des aphicides est reliée, en partie, à l'abondance des populations de pucerons ailés et l'emploi de ces insecticides peut en être réduit si l'on tient compte de ces fluctuations.

Introduction

Les divers cultivars de pommes de terre sont infestés par quatre espèces de pucerons: le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulzer, le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, le puceron de la digitale *Aulacorthum solani* Kaltenbach et le puceron du nerprun *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Boiteau 1983). Au Québec, ces espèces peuvent causer des dégâts à la culture de pommes de terre soit directement en prélevant de la sève ou indirectement en transmettant un virus responsable de l'enroulement de la feuille. Ces dommages viennent réduire le rendement de la culture car le plant meurt rapidement et les tubercules n'ont pas le temps de prendre du volume (Gualteiri et McLeod 1994).

Les différents facteurs reliés au milieu dans lequel le puceron évolue viennent influencer l'abondance de cet insecte. Le développement des populations du puceron vert du pêcher pourrait être influencé par la phénologie du plant de pommes de terre. Taylor (1963, 1977) a observé aux États-Unis un nombre plus élevé de pucerons verts du pêcher sur les plants sénescents. Jansson et Smilowitz (1985) ont démontré que les populations de pucerons verts du pêcher se distribuent différemment sur des cultivars de pommes de terre. Certaines variétés ont des périodes de maturation différentes pouvant s'étendre de 90 jours (hâtives) à 120 jours (tardives). Ces variations au niveau de la plante-hôte

peuvent influencer l'abondance des populations de pucerons et par conséquent, les périodes et les fréquences d'application des aphicides dans les cultures de pommes de terre.

Il devient opportun d'étudier l'impact de certains paramètres sur le développement des populations de pucerons évoluant dans les champs de pommes de terre. Alors, l'hypothèse nulle se traduit de cette façon : les populations de pucerons ailés ne se distribuent pas en fonction des paramètres de la phénologie, de la typologie et de la répartition régionale. Quant à l'hypothèse alternative, elle retient la distribution des populations de pucerons ailés selon les facteurs mentionnés précédemment.

L'expérience menée lors de notre étude avait pour objectif principal de connaître le développement des populations de pucerons ailés dans les régions agricoles du Québec selon les paramètres spatiaux et par conséquent, la possibilité d'une meilleure exploitation de ces ravageurs.

Matériel et méthodes

Dans deux régions agricoles couvertes par le réseau de dépistage AGRECO (Mauricie et Nicolet), trois champs des principaux cultivars exploités au Québec (Mohamed 1994) furent sélectionnés: Supérieur (variété hâtive), Kennebec (variété semi-hâtive) et Chieftain (variété tardive) (Annexe 1). Ces champs se situent à Ste-Majorique (Nicolet), Pierreville (Nicolet) et St-Léon-Le-Grand (Mauricie). Les variétés Supérieur et Kennebec représentent des cultivars très exploités au Québec. Aussi, ces cultivars occupent 90% des superficies québécoises cultivées en pommes de terre (Gualteiri et McLeod 1994).

La superficie des champs varie entre 5 et 10 hectares; ceux-ci appartiennent à des producteurs privés. Ces champs en étaient à leur première année de culture en pommes de terre. Cette situation permissive pour les traitements insecticides n'est pas considérée comme étant nuisible à l'expérimentation mais, au contraire, elle représente une partie intégrante de l'environnement artificiel des populations de pucerons dans les champs (Boiteau 1983).

Dans chacun des champs, quatre pièges cylindriques collants (Figure 1) furent installés selon les quatre points cardinaux (Adlerz 1976, Robert et al. 1988). Cette méthode ne tient pas compte de la superficie des champs. Ils se composent d'un carton cylindrique rigide recouvert de papier de couleur jaune, le tout enveloppé de feuilles-acétate. La couleur jaune est reconnue hautement attractive à plusieurs espèces de pucerons (Kring 1972, Webb et al. 1994). Sur ces feuilles, un enduit d'huile STP® est étendu afin de récolter les pucerons qui s'y colleront. Ce type de piège s'est avéré plus efficace que les pièges conventionnels (Frazer et Vernon 1988).

Il faut toutefois mentionner que le piège à suction fournit une meilleure estimation de la population de pucerons (Kring 1972, Boiteau 1990) mais pour des raisons de coûts d'opération, le piège collant fut retenu comme technique d'échantillonnage.



Figure 1: Photo d'un piège cylindrique collant.

Les pièges collants étaient relevés deux fois par semaine, depuis l'émergence du plant de pommes de terre (6 juin 1995) jusqu'à sa sénescence (22 août 1995). Les pucerons capturés ont été placés dans l'alcool éthylique 70% pour décompte et identification ultérieurs. Pour alléger l'analyse, trois groupes de stades phénologiques sont divisés comme suit : un premier où les jeunes feuilles se différencient (stades 1 à 9, différenciation), un deuxième où il y a la formation de la fleur (stades 10 à 13, floraison) et un troisième où le plant mature forme les tubercules (stades 14 à 16, maturité et sénescence).

Il est à noter que ce type de piège collant ne tient compte que des populations de pucerons ailés. Les pucerons aptères ne sont pas considérés dans l'étude; l'intérêt étant plutôt porté vers leur arrivée en milieu agricole.

Pour ce qui est des analyses statistiques, la normalité des distributions fut vérifiée avec un test de Kolmogorov-Smirnov. Les conditions n'étant pas respectées, le test de Wilcoxon-Mann-Withney fut employé pour vérifier la distribution des populations de pucerons ailés en fonction des différents cultivars de pommes de terre et des deux régions étudiées. Le test statistique Anova à un critère de classification permet de vérifier la distribution des populations en fonction des stades phénologiques de pommes de terre (Scherrer 1984).

Résultats et discussion

La dynamique des populations d'aphididés dans les champs de pommes de terre est caractérisée par trois types de facteurs: la disposition phénologique, la disposition typologique et la répartition régionale. Il est à spécifier que ces résultats ne concernent que les populations de pucerons ailés.

Disposition phénologique

La nature des espèces de pucerons varie en fonction de la phénologie du plant de pommes de terre (Anova à un critère de classification, $p < 0.0001$, tableau 1a et 1b). Il y a graduellement plus de pucerons verts du pêcher et au total, plus de pucerons à partir de la levée du plant jusqu'à sa sénescence; cependant, les pucerons de la pomme de terre et les pucerons de la digitale seraient inégaux autant à la levée du plant qu'au stade de sa sénescence (tableau 1a et 1b).

Le nombre de pucerons enregistré varie aux stades bouton floral (stade 10), bouton floral avancé (stade 11) et au début de la floraison (stade 12). Les pucerons seraient plus nombreux qu'à la sénescence sauf pour le puceron de la pomme de terre (tableau 1a et 1b). Le puceron de la digitale ne se démarquerait pas entre les stades de 25

centimètres (stade 8), de 30 centimètres (stade 9), de la tubérisation (stade 15) et de la sénescence (stade 16) (tableau 1a et 1b). Pour le puceron vert du pêcher, pour celui de la pomme de terre et celui de la digitale, le stade de 30 centimètres du plant de la pomme de terre et celui de sa tubérisation (stade 15) n'apparaissent pas distincts du stade de la sénescence (tableau 1b).

A partir des trois groupes de stades phénologiques, nous avons analysé la distribution des espèces de pucerons ailés. Ainsi, les populations de pucerons verts du pêcher et de la pomme de terre se démarquent selon trois pics d'abondance qui correspondent à des stades où le plant maximise la pousse du bouton floral et de l'inflorescence (stades 1 à 13, figures 1 et 2). Le puceron de la digitale ne montre pas de pic d'abondance bien marqué mais une période (du stade 8 au stade 13 correspondant à la floraison) où il y a abondance d'individus (figure 3).

La plupart des espèces de pucerons ne se distinguent pas à la période de maturation du plant (stades 14 à 16). Aux stades de la différenciation (stades 1 à 9), presque toutes les espèces y sont plus nombreuses qu'à la sénescence sauf pour le stade de 30 centimètres (stade 9) où toutes les espèces ne se distinguent pas du plant à la sénescence. Il est probable qu'à cette période, beaucoup d'insecticides ont été épanchés. Au cours de cette saison, l'insecticide Admire®, nouvellement homologué, fut employé

massivement. Il n'est pas mentionné sur la fiche technique que ce dernier pourrait avoir des conséquences sur les autres insectes, mais il se peut que le puceron en soit affecté (Gualteiri et McLeod 1994). En somme, il pourrait découler une plus grande quantité de pucerons à la différenciation des jeunes feuilles qu'à la sénescence. A la floraison, le nombre de pucerons est plus élevé qu'aux stades de sénescence et de différenciation (tableau 2).

Ces observations rejoignent celles de Walker *et al.* (1984), Jansson et Smilowitz (1985), Coderre et Tourneur (1988) et Weathersbee *et al.* (1994) pour qui la croissance des pucerons est plus élevée sur les jeunes feuilles matures et sénescentes. Toutefois Taylor (1963, 1977), Harrington et Cheng (1984) ont observé que l'augmentation du puceron vert du pêcher est directement liée au développement des feuilles matures. Cependant, ces dernières observations furent faites pour des plants de chou où il est probable que les concentrations en minéraux soient suffisantes pour favoriser l'abondance des pucerons verts du pêcher. Il se peut aussi que les composés défensifs des jeunes feuilles soient néfastes pour ces pucerons: une préférence pour les feuilles plus matures se dégage.

Jansson et Smilowitz (1985) précisent que le développement et la croissance de la population du puceron vert du pêcher sont corrélés avec la phénologie du plant de

pommes de terre ainsi qu'avec les parties du plant, soit le haut, le milieu et le bas. Selon ces auteurs, ces paramètres devraient être considérés car le micro-habitat constitué par chacun d'eux apparaît indépendant.

L'analyse de variance Anova démontre que la phénologie du plant explique en moyenne 18% de la variation des espèces de pucerons (tableau 3). Il apparaît évident que d'autres facteurs viennent influencer les fluctuations des populations de pucerons.

Disposition typologique

Les espèces de pucerons seraient plus nombreuses dans les variétés Chieftain et Kennebec que Supérieur; cependant, il n'y aurait pas de différence entre les variétés tardives (tableau 4). Les deux variétés tardives considérées révèlent une similitude quant au nombre de pucerons présents (Wilcoxon-Mann-Withney, $p < 0.0001$). La quantité de pucerons enregistrée dans la variété hâtive est toutefois différente des deux variétés tardives (tableau 4).

Ainsi, la variabilité d'un plant affecte la dynamique d'une population herbivore comme celles des pucerons (Hacker et Bertness 1994). Taylor (1963, 1977), Jansson et Smilowitz (1985) et Weathersbee et al. (1994) ont observé plus de pucerons sur les

variétés tardives que hâtives, les populations de ces dernières, augmentant et déclinant rapidement compte tenu de la durée de vie moins longue (90 jours) des variétés hâtives par rapport aux variétés tardives (120 jours). La durée de la floraison et de la différenciation étant plus longue pour les variétés tardives, les pucerons peuvent en profiter et accroître leurs populations. De plus, le type de cultivar et la phénologie du plant expliquent 23% des variations de populations de pucerons (tableau 3).

Répartition régionale

Lors de l'échantillonnage, trois champs ont été sélectionnés dans deux régions: champ 1 (région 11 Mauricie, St-Léon-Le-Grand), champ 2 (région 04 Nicolet, Pierreville) et champ 3 (région 04 Nicolet, St-Majorique). Ces champs ont été semés avec différents types de cultivars. Le champ 1 se situe à l'ouest de la ville de Trois-Rivières. Les deux autres sont sur la rive sud du St-Laurent; le champ 2 est près du Lac St-Pierre alors que le champ 3 est près de la ville de Drummondville (Figure 2).

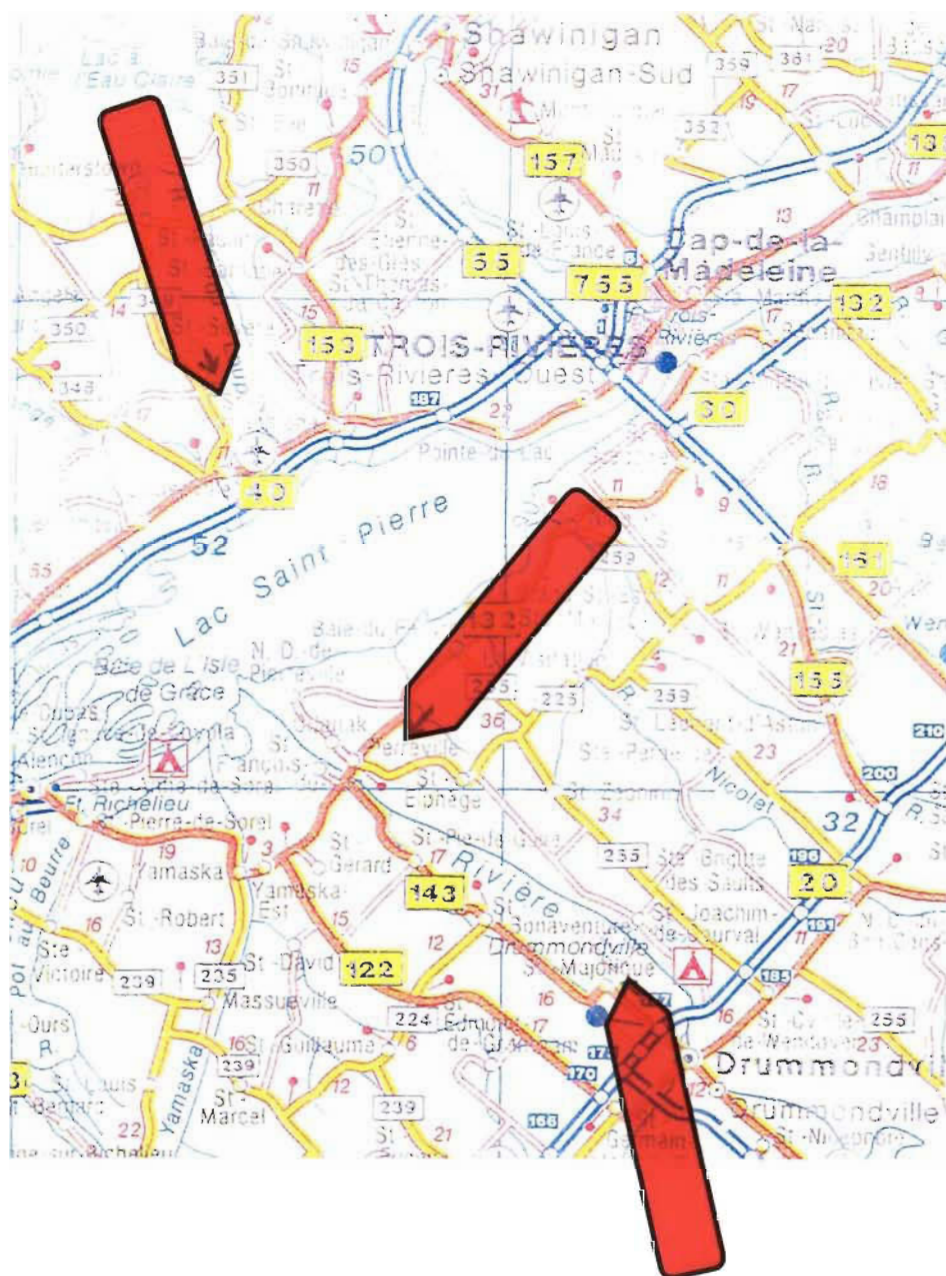


Figure 2 : Situation géographique des régions agricoles étudiées (tiré de Mapart 1995).

Les espèces de pucerons varient selon les lieux de production de pommes de terre où l'on retrouve, selon le test de Wilcoxon-Mann-Withney, des densités de pucerons qui sont plus élevées dans la région de Nicolet que dans celle de la Mauricie ($p < 0.0001$) (tableau 5).

Au tableau 6, le nombre total de pucerons est plus élevé dans le champ 2 (Nicolet) que dans les champs 1 (Mauricie) et 3 (Nicolet). Puis entre les champs 2 et 3, les trois espèces de pucerons pris séparément sont plus abondantes dans le champ 2. Cette distinction entre deux champs de la même région (Nicolet, champs 2 et 3) souligne, au sein de fermes individuelles, une différence plus marquée.

Selon le test statistique Anova, la région ainsi que la phénologie du plant de pommes de terre expliqueraient 27% de la variation des espèces de pucerons (tableau 3).

Pour interpréter ces données, une distinction doit être faite en séparant les régions retenues en fermes individuelles. Au tableau 5, les espèces de pucerons sont présentes selon deux régions agricoles. En divisant ces deux régions en fermes individuelles, les

différences des nombres moyens deviennent plus prononcées. L'analyse Anova à un critère de classification et celle de Wilcoxon-Mann-Withney suggèrent qu'il y a plus de différences entre les fermes individuelles qu'entre deux régions. L'emplacement et certaines caractéristiques de la ferme semblent avoir des influences sur les populations de pucerons; l'habitat hivernal forestier du puceron, le type de sol et son engrais (valeur nutritive), le drainage du sol, son approvisionnement en eau par aspersion sont autant de facteurs pouvant jouer sur la présence et l'abondance des populations de pucerons.

Van Emden et al. (1969) ont démontré qu'une terre en jachère voisinant une culture pourrait affecter grandement les populations d'aphididés. Les cultures de maïs et les fleurs cultivées des maisons privées à proximité des fermes ont été reconnues comme agissant sur la dynamique des populations de pucerons. Galecka (1966) parle même des forêts ou boisés environnants qui peuvent influencer ces populations. Par contre, des régions ne peuvent se distinguer entre elles selon Boiteau et al. (1985) pour les populations de pucerons verts du pêcher étudiées sur une période de dix ans au Nouveau-Brunswick (régions d'Aroostook et de Woodstock).

Selon Van Emden et al. (1969), il est impossible d'étudier une population régionale entière, cette dernière pouvant inclure des sous-populations différentes de la population régionale. De plus, les prédateurs peuvent contrôler efficacement les

populations d'aphididés dans les champs de pommes de terre situés près d'un boisé ou d'une forêt (Boiteau 1983, Galecka 1966).

Conclusion

Pour bien caractériser une population de ravageurs, il est nécessaire de connaître les variables reliées aux dispositions phénologique et typologique ainsi qu'à la répartition régionale. Ces facteurs influencent le développement des populations de pucerons ailés.

Les deux espèces de pucerons ailés (pucerons vert du pêcher et de la pomme de terre) sont en plus grand nombre lorsque le plant est aux stades de bouton floral et de l'inflorescence. Cette période est importante car c'est à ce moment de croissance rapide des tubercules que ces derniers pourraient être le plus affectés par la transmission potentielle de virus par des pucerons. Pour ce qui est de la disposition typologique, les pucerons ailés sont plus nombreux dans les variétés tardives; ainsi, celles-ci devraient être plus propices à leurs ravages (Jansson et Smilowitz, 1985). Quant à la répartition régionale, il semble que les densités de pucerons ailés soient plus élevées dans la région de Nicolet. Dans cette dernière, une différence est marquée entre deux fermes individuelles. Il n'est donc pas possible de démontrer un patron précis selon la répartition régionale.

Cette étude fondamentale du développement des populations de pucerons ailés a démontré l'influence des facteurs reliés aux dispositions phénologique et typologique

selon les différentes fermes individuelles. Ces facteurs influencent l'abondance des pucerons pouvant être liée directement à la gestion des aphicides. Les applications d'aphicides pourraient être mieux gérées et intégrées à une gestion adéquate des ravageurs.

Remerciements

Cette recherche a été rendue possible grâce à la participation du réseau de dépistage AGRECO et des producteurs agricoles Messieurs Gérard Bergeron, André Bibeau et Benoît Tessier. Nous désirons les remercier sincèrement de leur participation aux travaux.

Références

Adlerz, W.C. 1976. Comparison of aphids trapped on vertical sticky board and cylindrical aphid traps and correlation with watermelon mosaic virus 2 incidence. *Journal of Economic Entomology*. **69**: 495-498.

Andersson, K. 1977. Varfor fungerar inte bekampningen av bladloss i strasad ? Vaxtskyddnotiser. **41** : 67-76. (Résumé en anglais)

Boiteau, G. 1983. The arthropod community of potato fields in New Brunswick 1979-1981. *The Canadian Entomologist*. **115**: 847-853.

Boiteau, G., R.R. Kring, et D. Levesque. 1985. Lethal and sublethal effects of aldicarb on two potato aphids (Homoptera: Aphididae) *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). *Journal of Economic Entomology*. **78**: 41-44.

Boiteau, G. 1990. Effect of trap color and size on relative efficiency of water-pans traps for sampling alate aphids (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*. **83**: 937-942.

Coderre, D., et J.-C. Tourneur. 1988. Déclin estival des populations aphidiennes du maïs. *Revue d'Entomologie du Québec*. **32**: 16-24.

Frazer, B.D., et R.S. Vernon. 1988. STP® as an adhesive on traps used to monitor for alate green peach aphids, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*. **120**: 1059-1061.

Foott, W.H. 1977. Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera : Aphididae), in southwestern Ontario. *The Canadian Entomologist*. **109** : 1129-1135.

Galecka, B. 1966. The role of predators in the reduction of two species of potato aphids, *Aphis nasturtii* Kaltenbach and *Aphis frangulae* Kaltenbach. *Ekologia Polska*. **14**: 245-273.

Gualteiri, L.L., et D.G.R. McLeod. 1994. Atlas des pucerons piégés dans les champs agricoles. Agriculture et Agro-alimentaire Canada. N. Rousseau éditeur. Montréal. Canada. 66 pp.

Hacker, Sally D., et Mark D. Bertness. 1994. A herbivory paradox: why salt marsh aphids live on poor quality plants. *The American Naturalist*. **145**: 192-210.

Harrington, R., et Xia-Nian Cheng. 1984. Winter mortality, development and reproduction in a field population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in England. *Bulletin of Entomology Research*. **74**: 633-640.

Jansson, R.K., et Z. Smilowitz. 1985. Influence of potato plant phenology on the population dynamics of the green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*. **14**: 7-11.

Kring, J.B. 1972. Flight behavior of aphids. *Journal of Animal Entomology*. **36**: 461-492.

Mapart, C. 1995. Atlas routier du Canada et des États-Unis. Peter Heiler éditeur. Oshawa, Ontario. 264 pp.

Metcalf, C.L. et W.P. Flint. 1962. Destructive and useful insects : their habits and control. McGraw-Hill. New York. 55 pp.

Mohamed, A. 1994. Manuel de l'observateur: Pomme de terre. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Service de phytotechnie de Québec éditeur. Québec. 48 pp.

Müller, F.P. 1970. Zucht Übertragungsversuche mit populationen und klonen der grümfleckigen kartoffelblattus *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Homoptera: Aphididae). *Deutsche Entomolog Zeitschr.* **17**: 259-270. (Résumé en anglais)

Robert, W.M., C.A. Dedryver, et J.S. Pierre. 1988. Sampling techniques. Natural enemies and control. A.K. Minks and P. Harrewijn éditeur. New York. 364 pp.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur. Chicoutimi, Canada. 850 pp.

Senayake, D.G., et N.J. Holliday. 1989. Seasonal abundance of foliage-dwelling insect pests in commercial fields and insecticide-free plots of potato in Manitoba. *The Canadian Entomologist.* **121**: 253-265.

Taylor, L.R. 1963. Analysis of the effect of temperature on insect in flight. *Journal of Animal Ecology.* **32**: 99-117.

Taylor, L.R. 1977. Migration and the spatial dynamics of an aphid, *Myzus persicae*. *Journal Animal Ecology*. **46**: 411-423.

Van Emden, H.F., V.F. Eastop, R.D. Hughes, et M.J. Way. 1969. The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology*. **14**: 197-270.

Walker, G.P., L.R. Nault, et D.E. Simonet. 1984. Natural mortality factors acting on potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae*) populations in processing-tomato fields in Ohio. *Environmental Entomology*. **13**: 724-732.

Weathersbee III, A.A., D.D. Hardee, et W.R. Jr Meredith. 1994. Effects of cotton genotype on seasonal abundance of cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Agriculture Entomology*. **11**: 29-37.

Webb, S.E., M.L. Kok-Yokomi, et D.J. Voegtlin. 1994. Effect of trap color on species composition of alate aphids (Homoptera: Aphididae) caught over watermelon plants. *Florida Entomology*. **77**: 146-154.

Tableau 1a. Disposition phénologique des espèces de pucerons (Anova, $p < 0.0001$).

Espèces*	Stade 1 levée	Stade 2 1 cm	Stade 3 3 cm	Stade 4 5 cm	Stade 5 10 cm	F	p^{**}
MP	1.12a (0.24)b	1.45 (0.25)	1.01 (0.45)	1.24 (0.30)	1.09 (0.16)	5.72	0.0001 (s)
ME	0.35 (0.28)	0.69 (0.28)	0.36 (0.35)	0.37 (0.32)	0.25 (0.24)	3.18	0.0001 (s)
AS	0.46 (0.27)	0.60 (0.38)	0.47 (0.36)	0.59 (0.25)	0.65 (0.44)	7.04	0.0001 (s)
Nb	1.32 (0.23)	1.59 (0.24)	1.14 (0.49)	1.38 (0.23)	1.27 (0.23)	5.76	0.0001 (s)

Espèces*	Stade 6 15 cm	Stade 7 20 cm	Stade 8 25 cm	Stade 9 30 cm	Stade 10 Bouton floral	F	p^{**}
MP	0.69 (0.32)	1.29 (0.42)	1.48 (0.17)	0.96 (0.53)	1.22 (0.38)	5.72	0.0001 (s)
ME	0.25 (0.23)	0.63 (0.47)	0.97 (0.20)	0.34 (0.27)	0.38 (0.31)	3.18	0.0001 (s)
AS	0.56 (0.34)	0.73 (0.32)	0.49 (0.28)	0.66 (0.34)	0.72 (0.36)	7.04	0.0001 (s)
Nb	0.91 (0.40)	1.49 (0.41)	1.66 (0.20)	1.16 (0.53)	1.39 (0.36)	5.76	0.0001 (s)

Tableau 1b. Disposition phénologique des espèces de pucerons (Anova, $p < 0.0001$).

Espèces*	Stade** 11	Stade 12	Stade 13	Stade 14	Stade 15	Stade 16	F	p^{***}
MP	1.14 (0.29)	1.07 (0.25)	1.15 (0.32)	0.95 (0.38)	0.93 (0.41)	0.92 (0.35)	5.72	0.0001 (s)
ME	0.42 (0.34)	0.45 (0.28)	0.58 (0.34)	0.45 (0.32)	0.47 (0.33)	0.43 (0.41)	3.18	0.0001 (s)
AS	0.96 (0.27)	0.89 (0.31)	0.87 (0.33)	0.82 (0.35)	0.59 (0.34)	0.50 (0.36)	7.04	0.0001 (s)
Nb	1.42 (0.24)	1.33 (0.25)	1.40 (0.30)	1.23 (0.35)	1.15 (0.42)	1.11 (0.38)	5.76	0.0001 (s)

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

** Stade 11= bouton floral avancé

Stade 14= fin floraison

Stade 12= début floraison

Stade 15= tubérisation

Stade 13= floraison

Stade 16= sénescence

*** p = valeurs significatives (s)

a= moyenne

b= écart-type

Tableau 2. Valeurs moyennes du nombre de pucerons observés sur les pièges cylindriques collants selon les différentes périodes phénologiques du plant de pommes de terre (Wilcoxon-Mann-Withney, $p < 0.0001$).

Espèces*	Différenciation (1) Stades 1 à 9	Floraison (2) Stades 10 à 13	Sénescence (1)* stades 14 à 16	Sénescence (2)* Stades 14 à 16
MP	207.68	320.78	141.25	226.24
ME	188.80	275.09	145.54	248.73
AS	174.03	347.91	142.85	210.97
Nb	211.10	332.97	140.05	218.87

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

*Sénescence (1) : comparaison entre la sénescence et la différenciation

*Sénescence (2) : comparaison entre la sénescence et la floraison

Tableau 3. Variables dépendantes étudiées selon les différentes espèces de pucerons
(Anova, $p < 0.05$).

Espèces*	Jour	*Prod.	Variété	Région	Phénol	*Var.+Phé.	*Rég.+Phé
MP	38%	8.5%**	5.0%	8.0%	15%	20%	25%
ME	24%	19%	9.5%	17%	9.0%	17%	25%
AS	37%	7.0%	5.0%	7.0%	18%	22%	24%
Nb	37%	14%	8.0%	13%	15%	23%	39%

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

Nb= nombre total de pucerons

*Phénol= stades phénologiques du plant, Var.= variété de cultivars, Rég.= région,

Prod.= Producteur

** Le nombre indique à quel % la variable dépendante explique la fluctuation d'une espèce de puceron.

Tableau 4. Nombre de pucerons présents selon les différents cultivars de pommes de terre (Anova, $p < 0.0001$).

Espèces*	Chieftain	Kennebec	Supérieur	F**	p^{***}
MP	0.94 (0.37) a	0.95 (0.36)	1.13 (0.37)	13.9	0.0001 (s)
ME	0.33 (0.28)	0.31 (0.25)	0.54 (0.37)	25.8	0.0001 (s)
AS	0.57 (0.37)	0.60 (0.37)	0.75 (0.36)	11.8	0.0001 (s)
Nb	1.12 (0.40)	1.14 (0.36)	1.36 (0.36)	21.8	0.0001 (s)

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

a= valeurs des moyennes et écarts-types

**F= test de F permettant de comparer les deux variances (intergroupe et intragroupe)

*** p = valeurs significatives (s)

Tableau 5. Influence de la répartition régionale moyenne sur les différentes espèces de pucerons selon un test de Wilcoxon-Mann-Withney ($p < 0.0001$).

Espèces*	Mauricie (11)	Nicolet (04)	U**	p^{***}
MP	207.25	292.08	19846.5	0.0001(s)
ME	193.32	307.89	16196.5	0.0001(s)
AS	214.01	284.42	21618.0	0.0001(s)
Nb	195.72	305.16	16825.5	0.0001(s)

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

**U= valeur de U

*** p = valeur de p où (s) est la valeur significative

Tableau 6. Répartition des espèces de pucerons selon les différents producteurs de pommes de terre (Anova, $p < 0.0001$).

Espèces*	Champ 1	Champ 2	Champ 3	F	p^{**}
MP	0.96 (0.37)	1.21 (0.36) a	1.17 (0.36) a	22.8	0.0001 (s)
ME	0.33 (0.28)	0.73 (0.42)	0.57 (0.33)	58.5	0.0001 (s)
AS	0.60 (0.37)	0.81 (0.38) a	0.79 (0.33) a	18.3	0.0001 (s)
Nb	1.15 (0.38)	1.48 (0.33) a	1.40 (0.32) a	38.9	0.0001 (s)

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

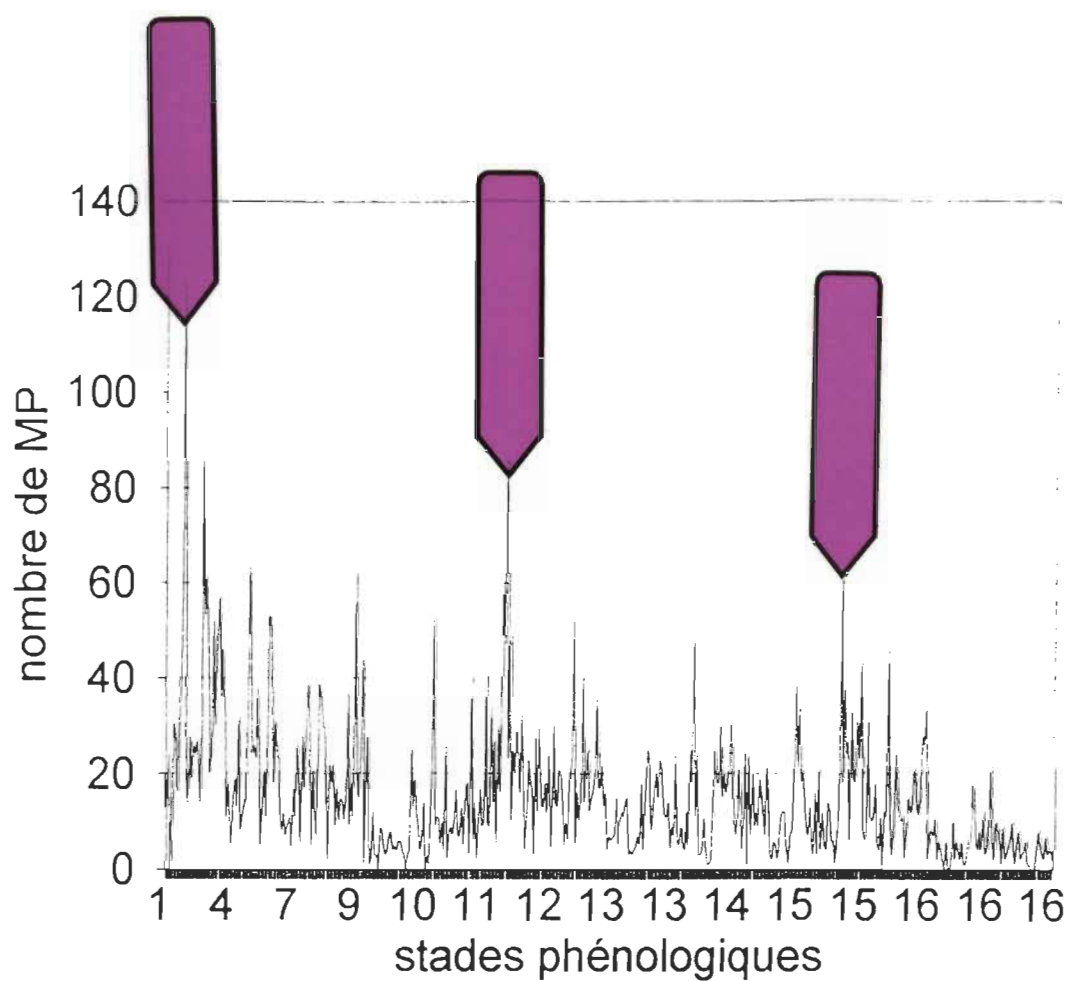
ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

a= groupe homogène, valeurs des moyennes et écarts-types

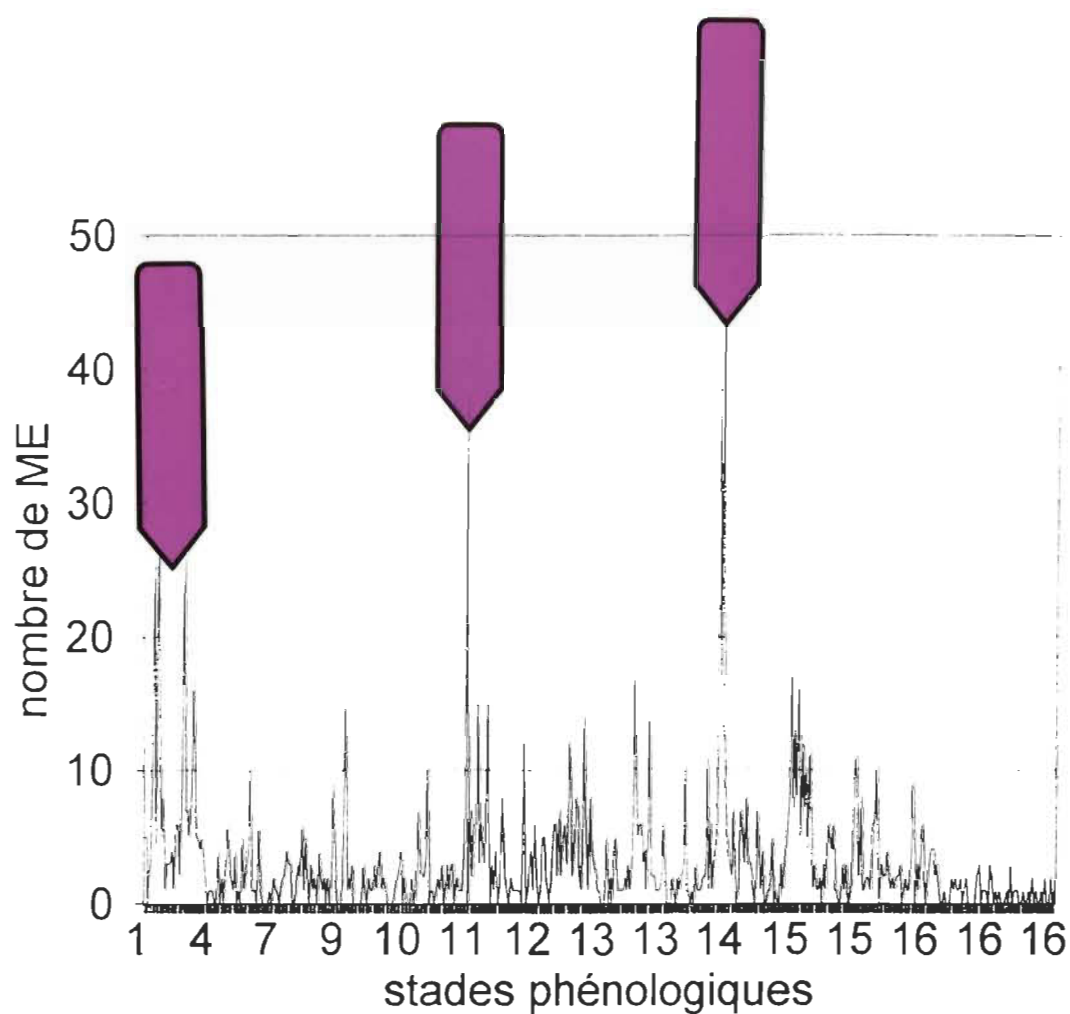
** p = valeurs significatives (s)



MP : *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

Figure 1 : Disposition des pucerons verts du pêcher en fonction des stades phénologiques.

<u>Légende :</u>	1 = base du plant	11 = bouton floral orienté
	4 = 5 cm	12 = début floraison
	7 = 20 cm	13 = floraison
	8 = 25 cm	14 = fin floraison
	9 = 30 cm	15 = tubérisation
	10 = bouton floral	16 = sénescence

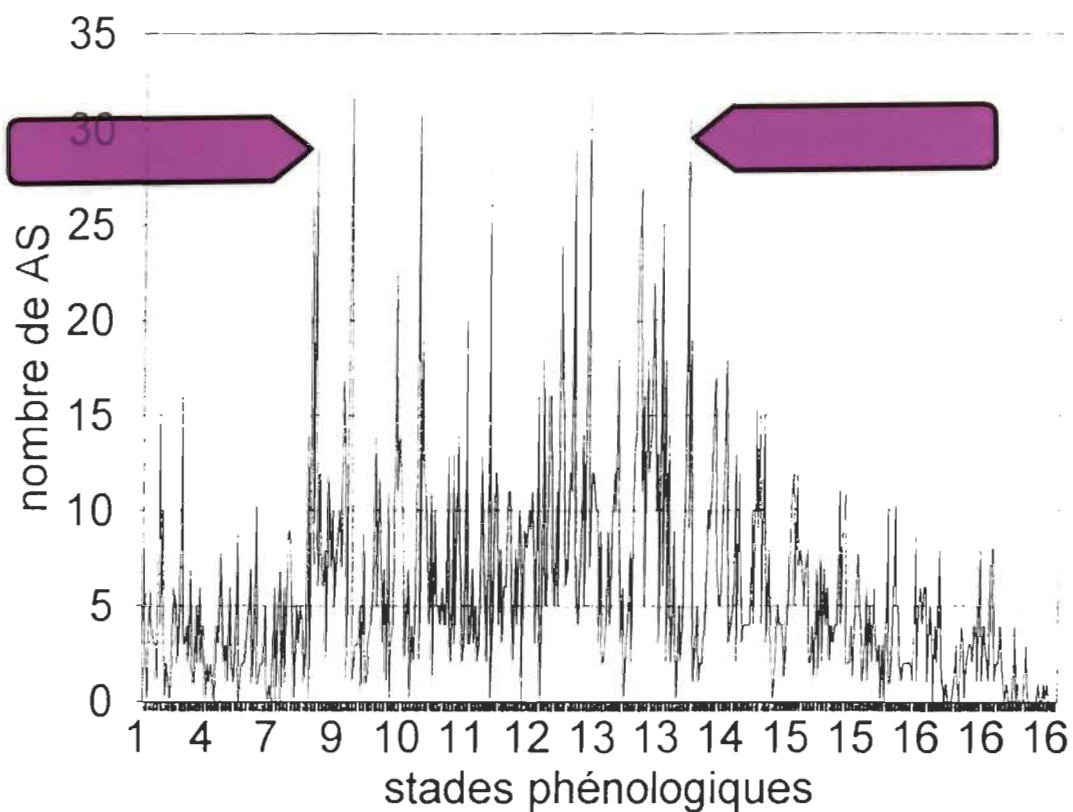


ME : *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

Figure 2 : Disposition des pucerons de la pomme de terre en fonction des stades phénologiques.

Légende :

1 = levée du plant	11 = bouton floral avancé
4 = 5 cm	12 = début floraison
7 = 20 cm	13 = floraison
8 = 25 cm	14 = fin floraison
9 = 30 cm	15 = tubérisation
10 = bouton floral	16 = sénescence



AS : *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Figure 3 : Disposition des pucerons de la digitale en fonction des stades phénologiques.

Légende :

1 = levée du plant	11 = bouton floral avancé
4 = 5 cm	12 = début floraison
7 = 20 cm	13 = floraison
8 = 25 cm	14 = fin floraison
9 = 30 cm	15 = tubérisation
10 = bouton floral	16 = sénescence

CHAPITRE 3

INCIDENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES POPULATIONS APHIDIENNES (HOMOPTERA: APHIDIDAE) DANS LA CULTURE DE POMMES DE TERRE AU QUÉBEC

DEPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE, UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES.

C.P. 500, TROIS-RIVIERES (QUEBEC), CANADA \ G9A 5H7

Résumé

Plusieurs auteurs ont rapporté l'effet des conditions météorologiques sur les populations de pucerons; cependant ces observations proviennent surtout de tests réalisés sur des insectes en captivité. Aucune donnée n'est tirée de travaux en milieu naturel québécois. Les facteurs climatiques tels que la pluviosité, la température journalière et le degré d'humidité pourraient venir influencer la variation des effectifs des populations de pucerons. Ainsi, l'objectif principal de cette étude est de démontrer l'influence des

conditions climatiques sur la distribution des populations de pucerons ailés en milieu agricole.

Quatre pièges cylindriques collants étaient installés dans des champs de pommes de terre. Ces derniers étaient au nombre de trois et contenaient différents cultivars de pommes de terre. Dans ces champs, des stations météorologiques enregistraient les différents facteurs climatiques dans les régions de Nicolet et de la Mauricie.

Les données enregistrées ont servi à identifier deux facteurs qui influencent partiellement la distribution des populations de pucerons ailés soient la température journalière et le degré d'humidité. D'une façon temporelle, les espèces de pucerons verts du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer) et de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) se distribuent selon les mêmes pics d'abondance. Le puceron de la digitale *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) démontre une période où il y a abondance plutôt qu'un pic.

Enfin, les facteurs climatiques ont peu d'importance sur la distribution des populations de pucerons ailés. Il n'y a pas de modèle précis élaboré à partir des conditions climatiques bien que la température journalière et la degré d'humidité apparaissent comme influençant la distribution. Alternativement, il est proposé

d'effectuer hebdomadairement un dépistage des champs de pommes de terre. De cette façon, la distribution des populations de pucerons ailés pourra être mieux interprétée et la gestion des aphicides améliorée.

Introduction

La culture de la pomme de terre occupe quelque 18 000 hectares au Québec ce qui en fait une culture très importante au point de vue économique (Mohamed 1994). Elle représente le principal revenu pour certains producteurs agricoles, engendrant par exemple en 1991-1992, 46 millions de dollars pour une production de 355 000 tonnes (Mohamed 1994). Plusieurs ravageurs contribuent à diminuer la rentabilité de cette production: le doryphore de la pomme de terre *Leptinotarsa decemlineata* Say, plusieurs pucerons, l'altise de la pomme de terre *Epitrix cucumeris* Harrington et la punaise terne *Lygus lineolaris* (Mohamed 1994).

Au Canada, sur 600 espèces de pucerons répertoriées, seulement quatre peuvent se retrouver sur la pomme de terre (Gualteiri et McLeod 1994). Il s'agit du puceron vert du pêcher *Myzus persicae*, du puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae*, du puceron de la digitale *Aulacorthum solani* et du puceron du nerprun *Aphis nasturtii*.

Parmi ces dernières, certaines se rencontrent plus fréquemment que d'autres, dépendamment de la localité, du climat (Whalon et Smilowitz 1979), de la distribution de l'hôte et de divers autres facteurs environnementaux reliés notamment à l'emplacement de la ferme maraîchère (Cutter 1982).

Dans la plupart des régions où on produit des pommes de terre, les pucerons ont un cycle vital plutôt complexe. Ainsi au cours de sa croissance, la nymphe du puceron mue à quatre reprises pour devenir, à maturité, une femelle aptère. Celle-ci qualifiée de fondatrice produit par parthénogénèse des nymphes toutes femelles qui se nourrissent sur les jeunes feuilles de l'hôte alternatif à la fin du printemps; à maturité, elles deviennent des adultes ailés ou non. Les formes ailées se dirigent alors vers un hôte estival tels les légumes (dont la pomme de terre) et les fleurs cultivées où elles produisent, toujours par parthénogénèse, des nymphes femelles. Vers la fin du mois d'août, quand la longueur de la photopériode décroît à 14 heures ou moins, les nymphes produites par les femelles aptères se transforment en mâles ailés. Ces derniers ainsi que les femelles ailées se dirigent vers un hôte hivernal tels que le prunier, le pêcher, le bouleau, l'érable et le tremble. D'autres nymphes sont produites mais cette fois par oviparité. Une fois adultes, ces insectes s'accouplent et déposent des oeufs qui passeront l'hiver sur l'hôte (Gualteiri et McLeod 1994).

Durant l'été, les pucerons sont surtout présents sous la feuille du plant de pommes de terre où ils engendrent des dommages par leurs activités d'alimentation (Foott 1977) et en injectant un virus associés à l'enroulement des feuilles (Andersson 1977). C'est probablement le puceron vert du pêcher qui, en transmettant ces virus, est le plus dommageable (Müller 1970); plus d'une trentaine de familles différentes de plants dont des Solenacées peuvent être affectées (Van Emden et al. 1969). Plusieurs espèces de pucerons présentent une distribution bimodale au cours de la saison d'abondance. En effet, suite à un premier pic de croissance, une baisse marquée des populations peuvent être observée sur plusieurs hôtes dont le maïs (Coderre et Tourneur 1988).

Parmi les facteurs écologiques influençant la distribution des populations aphidiennes, la température de l'air est considérée comme étant majeure, bien que s'avérant difficile d'interprétation pour certains auteurs (Coderre et Tourneur 1988). Le temps requis pour le développement des populations de pucerons diminuerait progressivement à mesure que la température de l'air augmente (Van Emden et al. 1969). Ce même facteur demeure favorable à la prolifération des pucerons (Foott 1977).

L'étude réalisée a pour objectif principal de mettre en évidence l'influence de conditions climatiques sur l'abondance et la distribution temporelle des populations de quatre espèces de pucerons dans les cultures de pommes de terre au Québec. Les espèces

considérées sont le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulzer, le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, le puceron de la digitale *Aulacorthum solani* Kaltenbach et le puceron du nerprun *Aphis nasturtii* Kaltenbach.

L'hypothèse nulle se définit comme suit : les populations de pucerons ne se distribuent pas en fonction des conditions climatiques. Pour l'hypothèse alternative, la dynamique des populations de pucerons ailés est influencée par les facteurs climatiques.

Matériel et Méthodes

Cette étude a été réalisée en des champs commerciaux de pommes de terre des régions agricoles de la Mauricie et de Nicolet au Québec. Les six champs sélectionnés étaient de superficies variant de 5 à 10 hectares. Les cultivars de pommes de terre sont les variétés Supérieur, Kennebec et Chieftain. Les deux premières occupent 90 % des superficies québécoises en pommes de terre (Mohamed 1994).

Les champs retenus étaient à leur première année de culture en pommes de terre; ils devaient ne pas subir de traitements insecticides majeurs contre le doryphore. Des traitements chimiques fongicides et herbicides furent appliqués mais ne semblent pas

reconnus comme affectant les populations de pucerons (Mohamed 1994). Ils représentent même une partie intégrale de l'environnement artificiel des populations aphidiennes.

Dans chacun des champs, quatre pièges cylindriques collants furent installés selon les points cardinaux conformément à la technique proposée par Robert *et al.* (1988). Cette méthode ne tient pas compte de la superficie des champs. Les pièges étaient relevés deux fois par semaine, de l'émergence du plant de pommes de terre jusqu'à sa sénescence soit du 6 mai au 22 août 1995. Les pucerons capturés ont été fixés à l'alcool éthylique 70 % en vue de leur décompte et identification ultérieurs. Il est à noter que ce type de piège collant ne tient compte que des pucerons ailés. Les pucerons aptères ne sont pas considérés dans l'étude car l'importance est plutôt portée vers l'arrivée de ces insectes en milieu agricole.

Les données météorologiques ont été enregistrées durant toute la saison de culture par une station météorologique de type Campbell Scientific située à moins de 1000 mètres des champs de pommes de terre (Figure 3). Il s'agit de la température de l'air, du degré d'humidité, de la direction et la vitesse du vent et de la pluviosité.

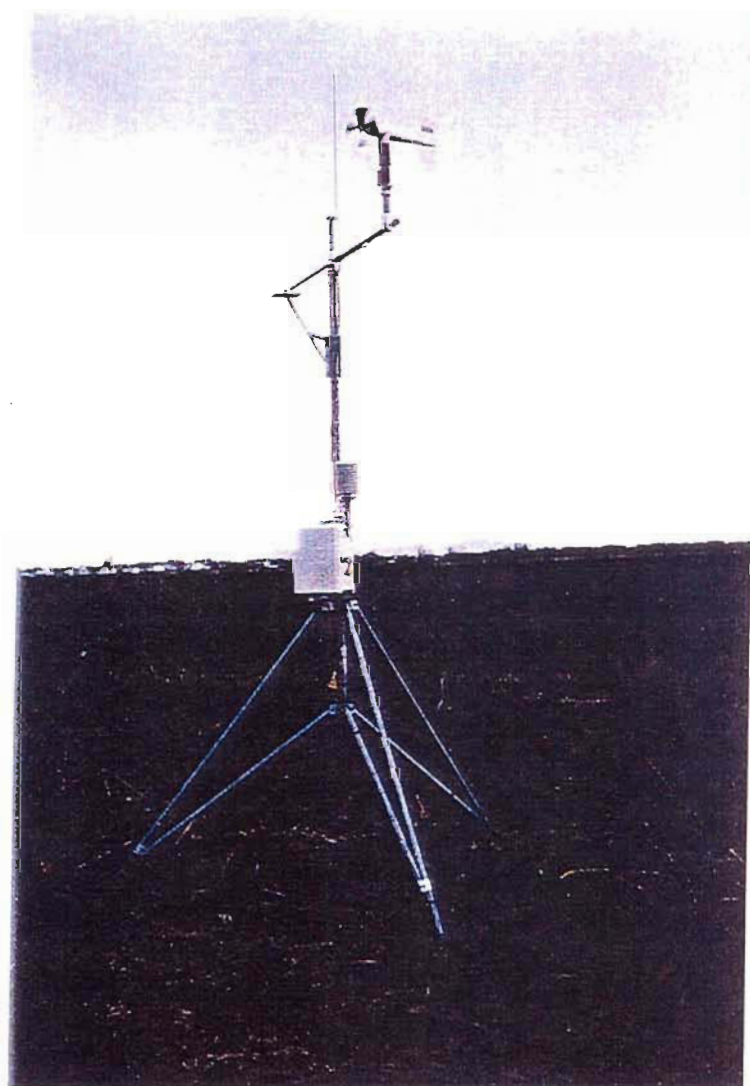


Figure 3 : Station météorologique de type Campbell Scientific

Statistiquement, le test de Wilcoxon-Mann-Withney fut employé afin de détecter une différence dans la distribution des populations de pucerons ailés en fonction des différentes périodes d'échantillonnage. Le test Anova à un critère de classification a permis d'expliquer le pourcentage de variation des pucerons en fonction du facteur temporel.

Au niveau des conditions climatiques, les tests de Wilcoxon-Mann-Withney et de Régression multiple furent employés afin de déterminer les influences climatiques sur la distribution des pucerons ailés (Scherrer 1984).

Résultats et Discussion

Dans cette partie, il sera question de la distribution temporelle, des facteurs climatiques et de la description des populations d'aphididés ailés à partir d'observations dans les champs.

Distribution temporelle

Les espèces retrouvées lors des échantillonnages sont les suivantes: le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer), le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) et le puceron de la digitale *Aulacorthum solani* (Kaltenbach). Toutes les espèces de pucerons échantillonnées en nombre varient selon la période de la saison (Anova à un critère de classification, $p < 0.001$). En observant la figure 1, on peut distinguer trois pics d'abondance: un premier au jour Julien 162 (10 juin), un deuxième au jour 186 (4 juillet) et un troisième au jour 214 (1er août) pour l'espèce *Myzus persicae*. La figure 2, pour l'espèce *Macrosiphum euphorbiae*, montre les pics d'abondance presque aux mêmes dates que pour *Myzus persicae*. Quant à l'espèce *Aulacorthum solani*, elle enregistre une période d'abondance du 20 juin au 20 juillet (figure 3).

Les pucerons verts du pêcher et de la pomme de terre constituent 85% des populations aphidiennes et semblent apparaître dans les mêmes temps. Toutefois, les trois espèces attendues étaient présentes sur les pièges collants dès la levée des plants de pommes de terre (figure 4). La disparition des derniers pucerons coïncide avec le début de la sénescence des plants (vers la fin août).

Les populations de pucerons, selon la variable temps exprimée en jours Julien, forment des groupes hétérogènes (Wilcoxon-Mann-Whitney $p < 0.0001$) révélant ainsi une plus grande densité de pucerons en juin qu'en août. Cette constatation s'applique pour les populations de pucerons de la pomme de terre et de la digitale, plus abondantes en juin qu'en juillet mais pas pour celle du puceron vert du pêcher (tableau 1) qui serait aussi abondante en juin qu'en août.

Selon notre étude, on constate que les pucerons sont présents sur les pièges collants dès la levée du plant de pommes de terre. Il serait plausible de penser que les pucerons occupent des hôtes alternatifs en attendant que les plants de pommes de terre soient réceptifs. Il est rare que l'on observe des pucerons sur les plants de pommes de terre avant que ces derniers aient atteint la hauteur de 30 centimètres (obser. pers.). Cette arrivée tardive des populations aphidiennes sur les plants fut aussi constatée par Coderre et Tourneur (1988).

En Corée, les populations d'aphididés dans les champs de pommes de terre apparaissent au début mai avec un pic d'abondance à la mi-juin qui s'affaiblit vers la fin août (Hahm et al. 1992). De leur part, Soraka et Mackay (1990) ont observé que les populations de pucerons du pois au Manitoba restent faibles jusqu'à la mi-juillet pour ensuite augmenter rapidement et atteindre leur densité maximale en début août; par la suite, elles diminuent jusqu'à la fin août.

Ces observations, réalisées dans des milieux agricoles différents, nous amènent à constater que les populations de pucerons n'adaptent pas de patron particulier.

Le facteur temps joue ainsi un rôle important dans l'abondance des populations de pucerons; cependant, d'autres facteurs semblent affecter cette abondance. Le test statistique Anova démontre que la variable jour explique en moyenne 35% de la variation des populations de pucerons (tableau 3).

Facteurs climatiques

Deux facteurs climatiques ont été enregistrés selon les régions; il s'agit de l'humidité et la température de l'air qui semblent affecter de façon marquée le développement des populations de pucerons (Wilcoxon-Mann-Withney $p < 0.0001$, tableau 2a et 2b).

Les travaux de Walker et al. (1984) et Whalon et Smilowitz (1979), Van Emden et al. (1969), suite à des tests en laboratoire sur le développement de populations d'aphididés, rapportent que la pluie devient un facteur important de mortalité et le vent, la cause initiale d'infestation des plants. L'humidité et la température de l'air, selon ces mêmes auteurs, sont d'importants facteurs pouvant conduire les populations vers un niveau épidémique.

Aussi, selon Barlow (1962) les restrictions imposées par l'environnement, notamment par la température de l'air et le degré d'humidité, affectent la fécondité, la longévité et la vitesse de développement des pucerons; ses travaux effectués en laboratoire ont porté sur les pucerons verts du pêcher et de la pomme de terre. Cet auteur ainsi que Kerns et Gaylor (1993) précisent que les densités des populations augmentent à partir de 5°C et ce, jusqu'à 25°C. Au-dessus de 25°C, les populations déclinent rapidement.

Le facteur éolien ne semble pas affecter les populations de pucerons selon un test de régression multiple ($p > 0.05$). Toutefois, la température de l'air ne contribuerait que très peu dans ce phénomène, soit dans l'ordre de 6.5% . Les précipitations auraient une très faible influence sur le développement du puceron de la digitale et n'affecteraient pas les autres espèces (test de régression multiple $p > 0.05$). L'humidité aurait aussi un impact

mineur (2.6 %) sur le développement des populations de pucerons vert du pêcher et de la pomme de terre seulement (test de régression multiple, $p > 0.05$).

En Angleterre, une étude fut menée sur l'effet des facteurs météorologiques agissant sur les populations du puceron vert du pêcher. L'humidité et la température de l'air sont corrélées de façon significative aux fluctuations des populations mais la pluie et le vent ne le sont pas (Harrington et Cheng 1984), ce qui rejoint nos observations réalisées au Québec.

Les populations de pucerons sont marquées par un mode de reproduction parthénogénétique en cours de saison ce qui conduit à un chevauchement de ces individus avec ceux de générations sexuées. La diminution des abondances ne peut être attribuée qu'à une baisse de la reproduction ou à une mortalité ou une émigration (Coderre et Tourneur 1988). Les migrations des pucerons sont souvent mentionnées comme un phénomène pouvant expliquer leurs fluctuations d'abondance (Clark et al. 1967). Elles sont en effet responsables de la colonisation de la culture de la pomme de terre en juin et de leur exode en fin de saison. Cependant, les migrations ne peuvent expliquer à elles seules les baisses d'abondance estivales dans les champs. Elles permettent toutefois de comprendre l'augmentation du nombre de plants infestés et une meilleure exploitation de la ressource (Coderre et Tourneur 1988).

Afin d'exploiter au maximum et gérer d'une façon adéquate les populations d'aphididés ravageurs, il devient opportun de bien connaître les caractéristiques environnementales de la ferme maraîchère en question, puis de caractériser l'état de développement des populations qui y vivent par une méthode appropriée de dépistage. Cette dernière pourrait consister à examiner au hasard plusieurs plants dans un champ donné (selon l'étendue du champ), en notant la présence ou non de pucerons. Il est préférable d'amorcer ce dépistage en début de juin et de le poursuivre jusqu'à la récolte des plants. Le seuil au-delà duquel un traitement insecticide deviendrait nécessaire, correspond au moment où 50 % des folioles portent des pucerons (Mohamed 1994) ou à celui marqué par la présence de 30 pucerons par cent folioles de pommes de terre (Whalon et Smilowitz 1979).

Le dépistage devrait être fait de façon régulière, indépendamment de la température et au cours de toute la durée de vie du cultivar concerné. Ce dépistage pourrait être fait en même temps que l'observation d'autres ravageurs tel le doryphore, ce qui amènerait une économie de temps. Une attention particulière apportée aux stades de la différenciation et de la floraison demeure importante car c'est à ces périodes que les pucerons sont en nombre élevé. La quantité d'aphicides utilisée pourrait alors être réduite.

Conclusion

La relation existant entre la densité des pucerons ailés et les facteurs climatiques n'explique que partiellement les fluctuations d'abondance de ces insectes au cours de la saison estivale (Coderre et Tourneur 1988)

Selon notre étude, il semble qu'il n'y aurait pas de patron climatique précis retenu par les pucerons ailés colonisant les cultures de pommes de terre et pouvant être utilisé lors d'opérations de dépistage et de contrôle des ravageurs.

Afin d'éviter une baisse de rendement dans la production de pommes de terre, il est proposé de réaliser des observations hebdomadaires des populations de pucerons ailés. Les traitements aphicides s'avéreraient plus opportuns au moment où ces populations sont supérieures à 30 pucerons par 100 folioles. Le plan de gestion devient alors plus précis et comme conséquence, la quantité d'aphicide employée plus faible.

Remerciements

Nous voulons remercier le Réseau de dépistage agricole AGRECO pour le suivi des pièges et des stations météorologiques de même que les producteurs agricoles pour l'accès aux champs de pommes de terre. Leur appui et leur soutien technique ont été grandement appréciés.

Références

- Andersson, K. 1977. Varför fungerar inte bekämpningen av bladloss i strasad?
Vaxtskyddsnotiser. **41**: 67-76. (Résumé en anglais)
- Barlow, C.A. 1962. The influence of temperature on the growth of experimental population *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). *Canadian Journal of Zoology*. **40**: 145-156.
- Clark, L.R., P.W. Geier, R.D. Hughes, et R.F. Morris. 1967. The ecology of insect populations in theory and practice. Methuen, London, 145 pp.
- Coderre, D., et J.-C. Tourneur. 1988. Déclin estival des populations aphidiennes du maïs. *Revue d'Entomologie du Québec*. **32**: 16-24.
- Cutter, E.G. 1982. Structure and development of the potato plant. The Potato Crop. Harris Chapman and Hall. London. 70-152 pp.
- Dixon, A.F.G. 1986. The distribution of aphid infestation in relation to the demography of plant parts: a reply. *American naturalist*. **127**: 410-413.

Foott, W.H. 1977. Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in southwestern Ontario. *Canadian Entomologist*. **109**: 1129-1135.

Gualteiri, L.L., et D.G.R. McLeod. 1994. Atlas des pucerons piégés dans les champs agricoles. Agriculture et Agro-alimentaire Canada. N. Rousseau. Canada. 66 pp.

Hahm, Young-il, Chun-Soo Park, Kwan-Soon Chio, et Byong-Hee Hahn. 1992. Occurrence of winged aphids and viruliferous aphids in potato field, Daekwallyong area. *Crop Protection*. **32(2)**: 74-78.

Harrington, R., et Xia-Nian Cheng. 1984. Winter mortality, development and reproduction in a field population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in England. *Bulletin of Entomology Research*. **74**: 633-640.

Jansson, R.K., et Z. Smilowitz. 1985. Influence of potato plant phenology on the population dynamics of the green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*. **14**: 7-11.

Kerns, D.L., et M.J. Gaylor. 1993. Biotic control of cotton aphids (Homoptera: Aphididae) in cotton influenced by two insecticides. *Journal of Economic Entomology*. **86**: 1824-1834.

Kring, J.B. 1972. Flight behavior of aphids. *Journal of Animal Entomology*. **36**: 461-492.

Mohamed, A. 1994. Manuel de l'observateur: Pomme de terre. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Service de phytotechnie du Québec, Québec. 48 pp.

Müller, F.P. 1970. Zucht Übertragungsversuche mit populationen und klonen der grünfleckigen kartoffelblattus *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Homoptera: Aphididae). *Deutsche Entomolog Zeitschr.* **17**: 259-270. (Résumé en anglais)

Robert, W.M., C.A. Dedryver, et J.S. Pierre. 1988. Sampling techniques. Natural enemies and control. A.K. Minks and P. Harrewijn, New York. 364 pp.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur. Chicoutimi. Canada. 850 pp.

Soraka, J.J., et P.A. Mackay. 1990. Seasonal occurrence of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae) on cultivars of field peas in Manitoba and its effects on pea growth and yield. *Canadian Entomologist*. **122**: 503-513.

Tamaki, G., B. Annis, L. Fox, R.K. Gupta, et A. Meszleny. 1982. Comparison of yellow holocyclic strains of *Myzus persicae* (Sulzer): low temperature adaptability. *Environmental Entomology*. **11**: 231-233.

Van Emden, H.F., V.F. Eastop, R.D. Hughes, et M.J. Way. 1969. The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology*. **14**: 197-270.

Walker, G.P., L.R. Nault, D.E. Simonet. 1984. Natural mortality factors acting on potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae*) populations in processing-tomato fields in Ohio. *Environmental Entomology*. **13**: 724-732.

Weathersbee III, A.A., D.D. Hardee, et W.R. Jr Meredith. 1994. Effects of cotton genotype on seasonal abundance of cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Agriculture Entomology*. **11**: 29-37.

Whalon, M.E., et Z. Smilowitz. 1979. Temperature-dependent model for predicting field populations of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Canadian Entomologist*. 111: 1025-1032.

Tableau 1. Distribution estivale des populations de pucerons (Anova, $p < 0.0001$).

Espèces*	Juin	Juillet	Août	F**	p***
MP	1.15 (0.40) a	1.09 (0.31) a	0.87 (0.40)	22.5	0.0001 (s)
ME	0.46 (0.36)	0.55 (0.36)	0.33 (0.29)	14.7	0.0001 (s)
AS	0.69 (0.35)	0.86 (0.31)	0.44 (0.33)	59.4	0.0001 (s)
Nb	1.36 (0.37) a	1.36 (0.30) a	1.03 (0.41)	39.7	0.0001 (s)

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

Nb= nombre total de pucerons

**F= test de F permettant de comparer les deux variances (intergroupe et intragroupe)

***p= valeurs significatives (s)

a= groupe homogène, valeurs des moyennes et écarts-types

Tableau 2a. Profil météorologique des différents sites de production de pommes de terre
(Wilcoxon-Mann-Withney, $p < 0.0001$).

Pluie

Producteurs*	U***	Moyennes	P
Pro. 1/Pro. 2	8712.0	164.75 / 177.50	0.2802 (ns)**
Pro. 2/Pro. 3	5230.0	122.86 / 112.89	0.2443 (ns)
Pro. 1/Pro. 3	20612.5	211.83 / 209.64	0.8432 (ns)

Air

Producteurs*	U***	Moyennes	P
Pro. 1 / Pro. 2	7280.0	159.29 / 197.39	0.0030 (ns)**
Pro. 2 / Pro. 3	5352.0	121.17 / 113.66	0.4289 (ns)
Pro. 1 / Pro. 3	17662.0	198.91 / 230.92	0.0089 (ns)

*Producteurs = Producteur 1 = région 11 Mauricie

Producteur 2 = région 04 Nicolet Producteur 3= région 04 Nicolet

** (ns)= valeurs non-significatives

***U= variable auxiliaire permettant de classer 2 échantillons par ordre croissant

Tableau 2b. Profil météorologique des différents sites de production de pommes de terre (Wilcoxon-Mann-Withney, $p < 0.0001$).

Vent

Producteurs*	U***	Moyennes	P
Pro. 1 / Pro. 2	7924.0	173.26 / 146.56	0.0376 (s)**
Pro. 2 / Pro. 3	2944.0	77.39 / 133.48	0.0001 (s)
Pro. 1 / Pro. 3	13352.0	182.46 / 258.03	0.0001 (s)

Humidité

Producteurs*	U***	Moyennes	P
Pro. 1 / Pro. 2	9084.0	166.17 / 172.33	0.6314 (ns)**
Pro. 2 / Pro. 3	4616.0	100.61 / 122.97	0.0184 (ns)
Pro. 1 / Pro. 3	16193.0	193.31 / 240.16	0.0001 (s)**

*Producteurs: Producteur 1= région 11 Mauricie

Producteur 2= région 04 Nicolet

Producteur 3= région 11 Mauricie

** (ns)= valeur non-significative et (s)= valeur significative

***U= variable auxiliaire permettant de classer 2 échantillons par ordre croissant

Tableau 3. Variables dépendantes étudiées selon les différentes espèces de pucerons(Anova, $p < 0.05$).

Espèces*	Jour	Prod.*	Variété	Région	Phénol	*Var.+Phé.	*Rég.+Phé
MP	38%	8.5%	5.0%	8.0%	15%	20%	25%
ME	24%	19%	9.5%	17%	9.0%	17%	25%
AS	37%	7.0%	5.0%	7.0%	18%	22%	24%
Nb	37%	14%	8.0%	13%	15%	23%	39%

*Espèces: MP= *Myzus persicae* ou puceron vert du pêcher

AS= *Aulacorthum solani* ou puceron de la digitale

ME= *Macrosiphum euphorbiae* ou puceron de la pomme de terre

Nb= nombre total de pucerons

*Phénol= stades phénologiques du plant, Var.= variété de cultivars, Rég.= région,

Prod.= Producteur

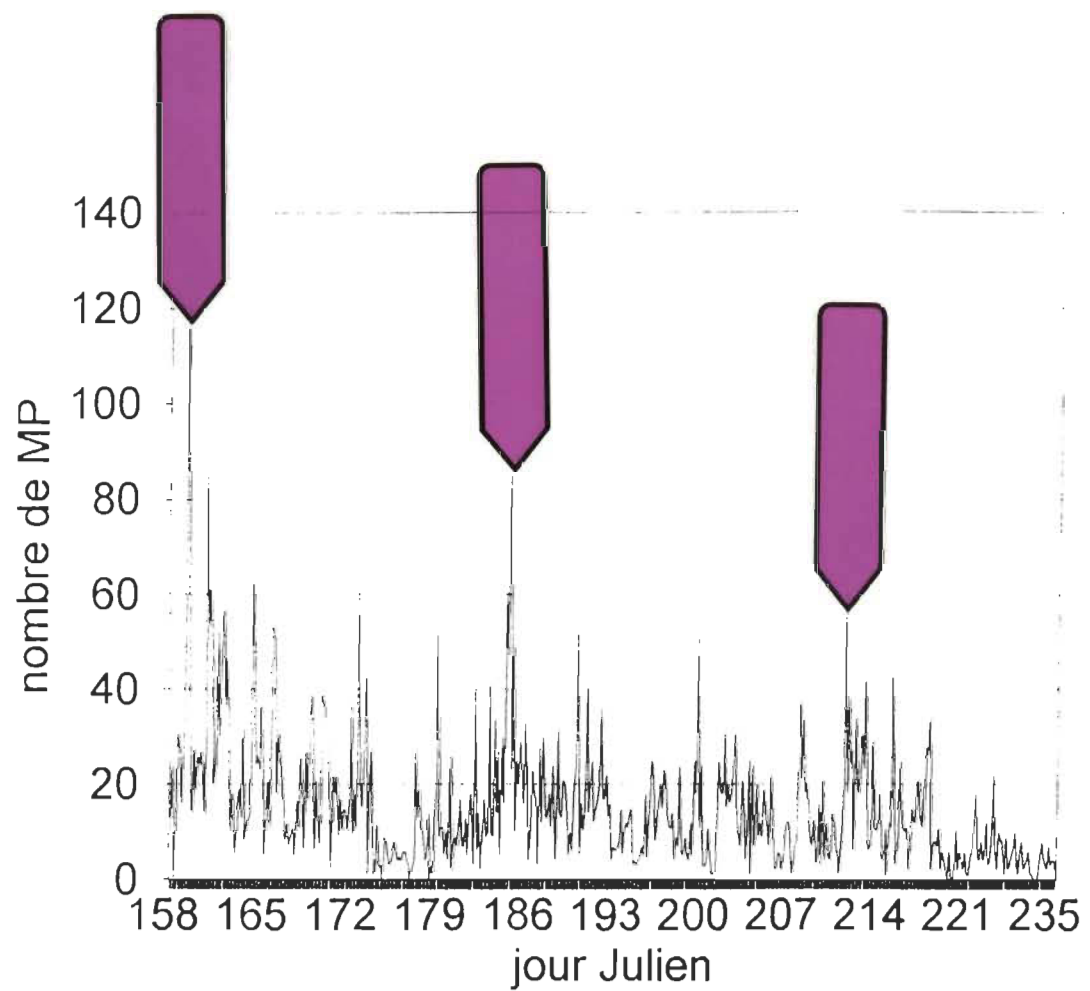


Figure 1 : Distribution des pucerons verts du pêcher (MP) en fonction des jours Julien.

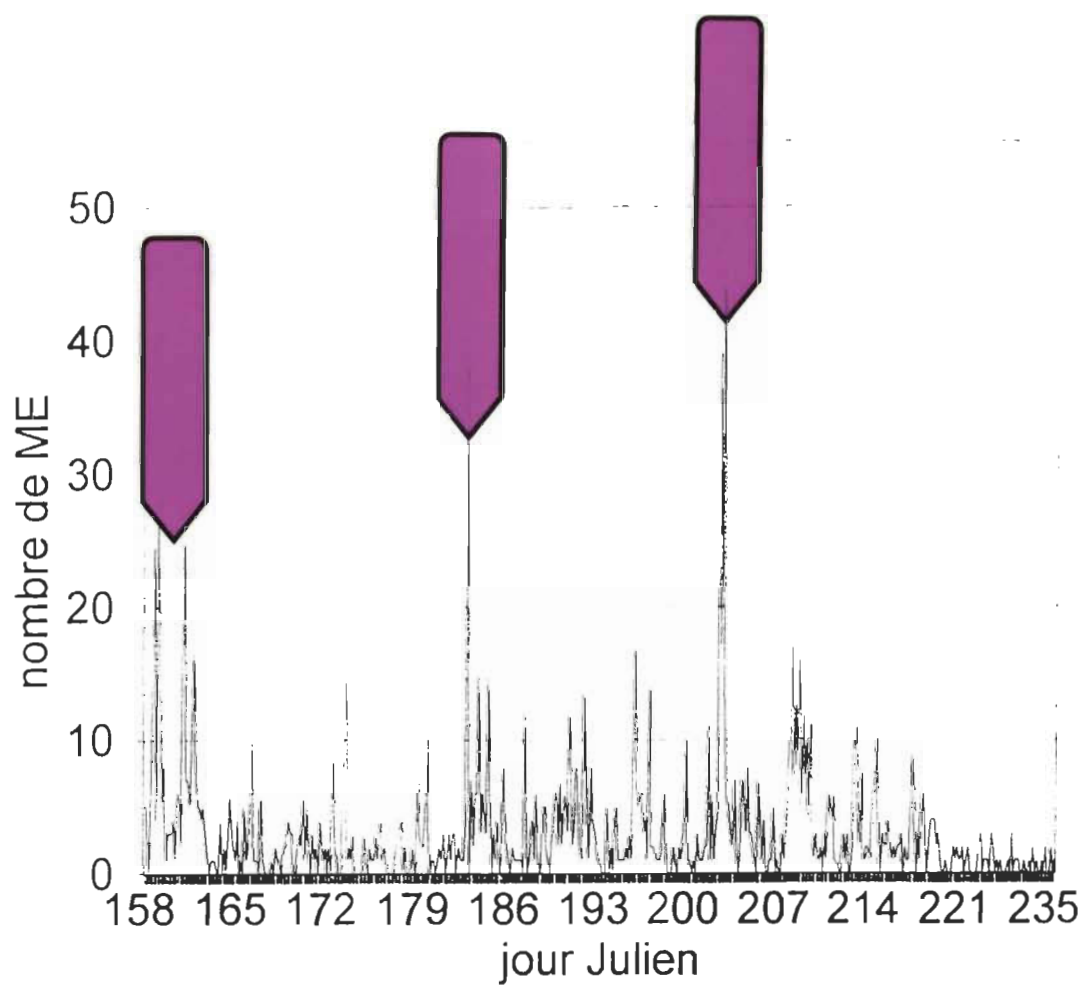


Figure 2 : Distribution des pucerons de la pomme de terre (ME) en fonction des jours Julien.

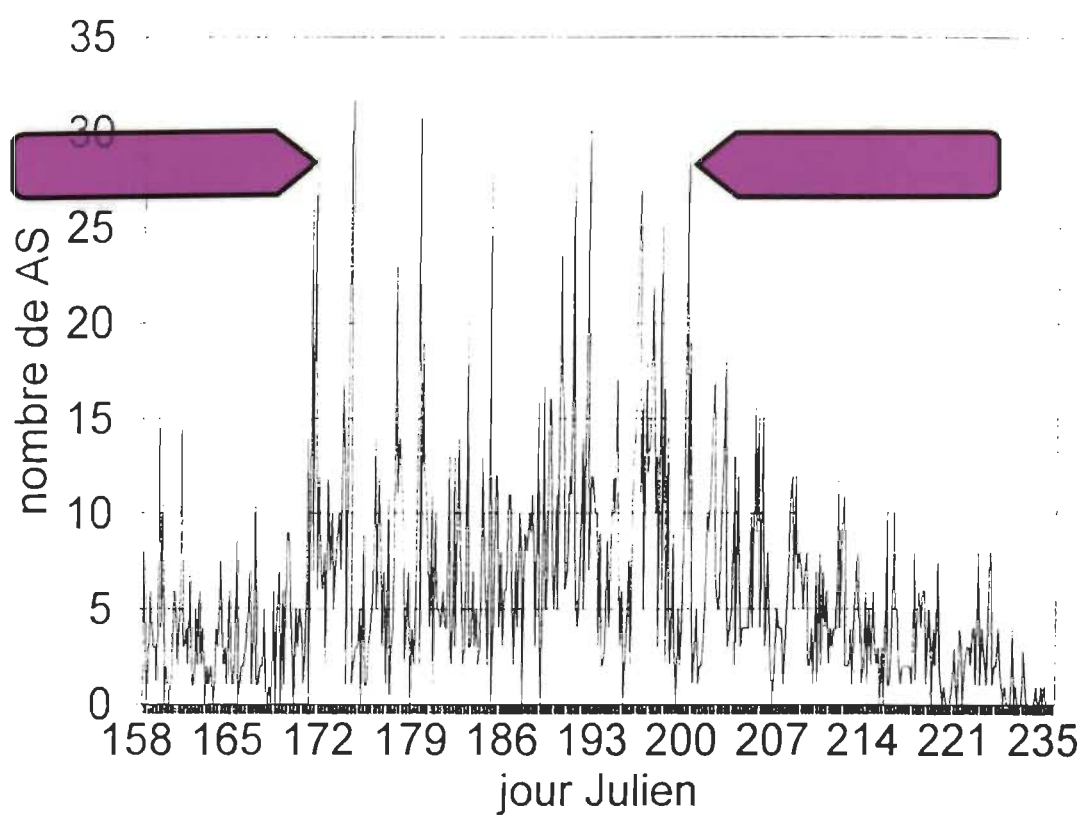


Figure 3 : Distribution des pucerons de la digitale (AS) en fonction des jours Julien.

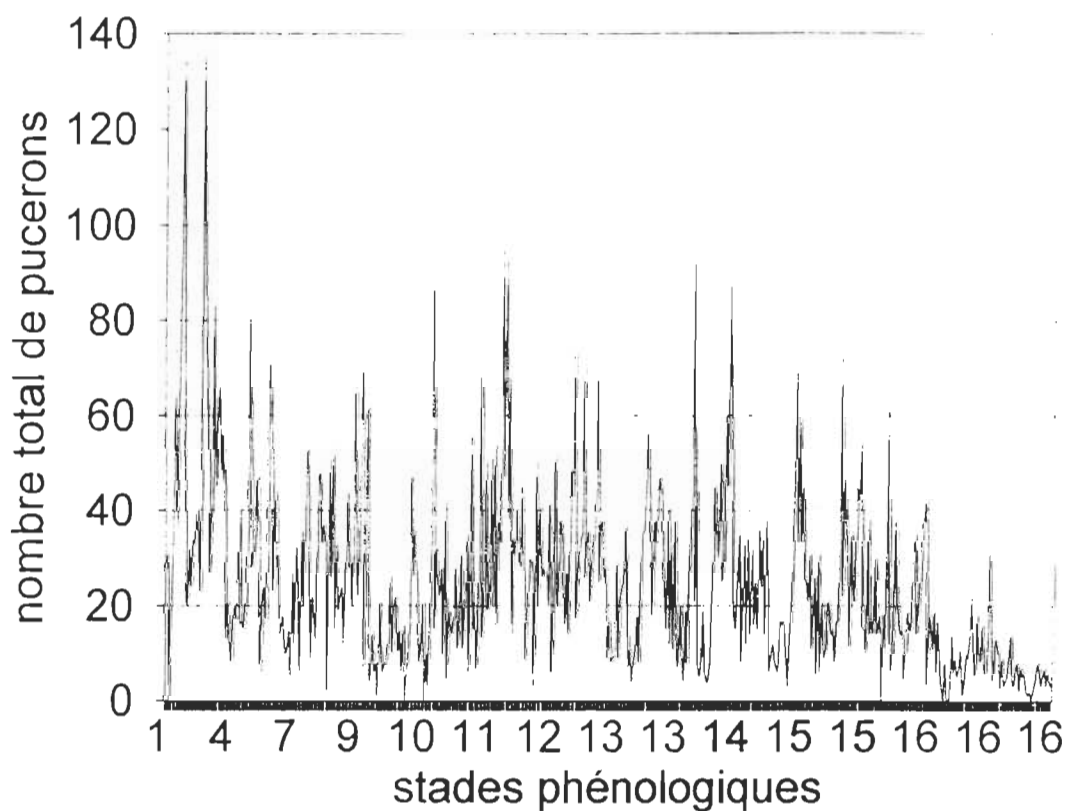


Figure 4 : Disposition du nombre total de pucerons en fonction des stades phénologiques.

Légende :

1 = levée du plant	11 = bouton floral avancé
4 = 5 cm	12 = début floraison
7 = 20 cm	13 = floraison
8 = 25 cm	14 = fin floraison
9 = 30 cm	15 = tubérisation
10 = bouton floral	16 = sénescence

CHAPITRE 4

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'estimation de la densité d'un insecte ravageur requiert habituellement un décompte ou un échantillonnage précis afin de procéder à un décompte de ces effectifs afin de l'apprécier à sa juste valeur puis de l'intégrer, lorsque nécessaire, à un programme d'intervention. Cette évaluation doit tenir compte de deux aspects fondamentaux, en l'occurrence les facteurs liés au milieu naturel du déprédateur et les conditions abiotiques agissant sur la population concernée. Cette perception spatio-temporelle s'intègre aux prémisses d'une décision lors de l'utilisation d'un pesticide. La récolte de ces données nécessite du temps et des informations précises quant à la densité de la population de l'insecte ravageur. La prise d'une décision retenant des coûts d'opération acceptables constitue aussi une étape majeure. A titre d'exemple, l'emploi d'un aphicide Monitor® coûte 65.20\$ l'hectare; l'épandage se faisant trois fois dans la saison de culture sur une ferme maraîchère de 50 hectares, il en coûtera 3260.00\$ au producteur agricole

(Anonyme 1996). Les coûts d'opération ne sont que pour la lutte contre les pucerons, sans tenir compte des autres insectes ravageurs ou des protections foliaires que les producteurs agricoles doivent considérer lors de leur programme de gestion.

Ainsi, dans ce travail, l'aspect spatial de l'habitat naturel du puceron fut analysé en tenant compte des paramètres influençant la densité de ces aphididés. Il en est découlé que:

- 1) la phénologie du plant de pommes de terre a un effet non-négligeable sur les populations de pucerons en entraînant leur concentration lors des périodes de différenciation et de floraison (tableau 1a et 1b);
- 2) les différents types de cultivars semblent susciter une attirance des pucerons vers les variétés à longue maturation où les ravageurs peuvent profiter de cette période pour se reproduire et augmenter leurs populations (tableau 4);
- 3) certains éléments caractérisant l'emplacement de la ferme maraîchère retenue semblent influencer les populations de pucerons par leur nature et leur densité: c'est le cas entre autres des cultures avoisinantes, des bordures de forêt, des prédateurs potentiels présents ainsi que tous les facteurs édaphiques ;

4) la quantité de pluie tombée ainsi que le vent semblent avoir un rôle plus modeste, tout en étant à l'origine de certaines mortalités (pluie) et de la propagation (vent) des individus;

5) la température de l'air ainsi que l'humidité pourraient influencer les populations de pucerons bien que les différentes études sur le sujet demeurent contradictoires;

6) l'effet de la photopériode (les différents mois de la saison de culture) sur les populations d'aphididés pourrait conduire ces derniers vers leurs hôtes hivernaux ou estivals (tableau 1, chapitre 3);

7) selon les affirmations qui précèdent et bien que des études sur la dynamique des populations de pucerons aient été faites dans la culture de maïs, aucun parallèle ne peut être établi entre la distribution des pucerons ailés et leur dynamique réelle dans la culture de pommes de terre.

L'estimation initiale d'une population déprédatrice doit tenir compte des facteurs spatiaux-temporels afin de faire un profil adéquat d'un plan de gestion. Un tel patron ne doit considérer que l'état d'une population car les aphididés semblent former des sous-groupes distincts plutôt qu'une unité homogène. Aussi, le dépistage vise à faire une

évaluation la plus précise des fluctuations des pucerons mais à des coûts raisonnables tout en informant des autres insectes ravageurs et des maladies foliaires. Les pucerons se reproduisent tellement rapidement que la densité de la population peut changer radicalement au cours de la saison de culture (Weathersbee *et al.* 1994). L'établissement d'un seuil de traitement devient nécessaire, le plant de pommes de terre ne pouvant soutenir qu'une certaine quantité d'individus avant que le rendement en soit affecté (Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, 1993).

Le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (1993) propose un traitement aphicide lorsqu'un champ renferme des plants de pommes de terre ayant 30 pucerons par 100 folioles et plus. Par cette méthode d'estimation, le plan de gestion devient alors plus précis et par conséquent, la quantité d'aphicide employée diminuée.

Lors d'études complémentaires, d'autres aspects écologiques, tels que les hôtes hivernaux et les prédateurs, devraient être considérés afin de cibler encore plus la lutte biologique contre les pucerons s'attaquant aux cultures de pommes de terre au Québec. La croissance des populations de pucerons semble être corrélée avec la phénologie du plant de pommes de terre en rapport avec le haut, le milieu et le bas du plant (Jansson et

Smilowitz 1985). Ce paramètre pourrait définir des micro-habitats indépendants les uns des autres.

Une attention particulière devrait être consacrée aux minéraux contenus dans les feuilles du plant. Les principaux nutriments représentent dans les faits ceux qui sont appliqués en grande quantité en agriculture notamment l'azote, le phosphore, le potassium et le calcium (Van Emden et al. 1969). Par exemple, il est reconnu que la densité des pucerons est influencée par la quantité totale d'azote et d'eau contenue dans le blé (Messina et al. 1993). Aussi, la quantité totale d'hydrates de carbone diminue à mesure que les populations d'aphididés augmentent (Owusu et al. 1994). Les faibles quantités de potassium favorisent le développement des populations (Haseman 1946, Van Emden et al. 1969). Les plantes déficientes en calcium demeurent vulnérables aux attaques de pucerons.

Les prédateurs représentent un potentiel non négligeable pouvant réduire ou même remplacer de façon sensible les substances chimiques déversées dans l'environnement. Certains auteurs ont suggéré des stratégies de lutte intégrée selon divers moyens biologiques tels les prédateurs naturels (Boiteau 1986), les trichomes glandulaires (Tingey et Lanbengayer 1981), les entomophthorales (Shands et al. 1958), les parasitoïdes (Brodeur et McNeil 1994) et les hormones juvéniles (Kuldova et al.

1994). Puis, une récolte hivernale des pucerons aux abords des champs de pommes de terre pourrait aussi diminuer la masse potentielle de ravageurs pouvant s'attaquer aux plants durant la saison de culture.

Enfin, les données obtenues pourraient s'appliquer de façon générale à d'autres espèces de pucerons. Il suffirait d'adapter les observations au milieu cultivé et de les intégrer à un plan de gestion des ravageurs. Nous avons tenter de démontrer que les populations de pucerons sont dépendantes de leur milieu ainsi que des conditions environnementales entourant leur milieu; selon une technique d'échantillonnage appropriée, il devient possible de connaître leur phénologie d'apparition et de développement en fonction des différents cultivars et régions agricoles.

RÉFÉRENCES

- Andersson, K. 1977. Varför fungerar inte bekämpningen av bladloss i strasad? *Vaxtskyddsnotiser*. **41**: 67-76. (Résumé en anglais)
- Anonyme, 1996. Pesticides. Le Comité de Références Économiques en Agriculture du Québec. Groupe GÉAGRI éditeur. Québec. 5 pp.
- Barlow, C.A. 1962. The influence of temperature on the growth of experimental population of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). *Journal of Canadian Zoology*. **40**: 145-156.
- Boiteau, G. 1983. The arthropod community of potato fields in New Brunswick 1979-1981. *The Canadian Entomologist*. **115**: 847-853.
- Boiteau, G. 1986. Native predators and control of potato aphids. *The Canadian Entomologist*. **118**: 1177-1183.

Brodeur, J., et J. McNeil. 1994. Seasonal ecology of *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphididae), a parasitoid of *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*. **23**: 292-298.

Coderre, D., et J.-C. Tourneur, 1988. Déclin estival des populations aphidiennes du maïs. *Revue d'Entomologie du Québec*. **32**: 16-24.

Cutter, E.G. 1982. Structure and development of the potato plant. The potato crop. Harris Chapman and Hall. London. 152 pp.

Eldin, N.S. 1976. Effects of temperature on the aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), with special reference to critically low and high temperature. *Zoology*. **80**: 7-14.

Foott, W.H. 1977. Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in southwestern Ontario. *The Canadian Entomologist*. **109**: 1129-1135.

Galecka, B., et A. Kajak. 1971. Studies on ecological mechanisms reducing population of *Myzus persicae* (Sulzer). *Ekologia Polska*. **19**: 789-806.

Gualteiri, L.L., et D.G.R. McLeod. 1994. Atlas des pucerons piégés dans les champs agricoles. Agriculture et Agro-alimentaire Canada. N. Rousseau. Canada. 66 pp.

Haseman, L. 1946. Influence of soil nutrients on insects. *Journal of Economic Entomology*. **39**: 8-11.

Jansson, R.K., et Z. Smilowitz. 1985. Influence of potato plant phenology on the population dynamics of the green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*. **14**: 7-11.

Kuldova, J., I. Hrdy, et Z. Wimmer. 1994. Selection of compounds acting as aphid development and reproduction regulators: laboratory screening. *Pesticide Science*. **41**: 319-325.

MacGillivray, M.E. 1972. The sexuality of *Myzus persicae* (Sulzer), the green peach aphid in New Brunswick. *Canadian Journal of Zoology*. **50**: 469-471.

MacGillivray, M.E., et G.B. Anderson. 1958. Development of four species of aphids (Homoptera) on potato. *The Canadian Entomologist*. **90**: 148-155.

Mackaver, M., et M.J. Way. 1976. *Myzus persicae* Sulzer, an aphid world importance. Studies in biological control. V.L. Delucchi. Cambridge. 304 pp.

Messina, F.J., T.A. Jones, D.C. Nielson. 1993. Seasonal variation in performance of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on alternate hosts. *Environmental Entomology*. **22**: 1022-1030.

Metcalf, C.L., et W.P. Flint. 1962. Destructive and useful insects: their habits and control. Mc Graw-Hill. New York. 55 pp.

Ministère de l'Agriculture, 1993. Variétés de pommes de terre au Canada. Ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick. Secteur Agro-alimentaire. Canada. 100 pp.

Mohamed, A. 1994. Manuel de l'observateur: Pomme de terre. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Service de phytotechnie du Québec, Québec. 48 pp.

Müller, F.P. 1970. Zucht und Übertragungsversuche mit populationen und klonen der grünfleckigen kartoffelblattus *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Homoptera: Aphididae). *Deutsche Entomologia Zeitschr.* **17**: 259-270. (Résumé en anglais)

Owusu, E.O., C.Y. Brempong-Yeboah, M. Horiike, et C. Hirano. 1994. Some biochemical changes in garden egg *Solanum integrifolium* Legon "18" due to feeding

by *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *International Journal of Exposure Botany*. 55: 147-152.

Shands, W.A., C.G. Thompson, G.W. Simpson, et H.E. Wave. 1958. Preliminary studies of entomogenous fungi for the control of potato infesting aphids in Maine. *Journal of Economic Entomology*. 51: 184-186.

Tingey, W.M., et J.E. Lanbengayer. 1981. Defense against the green peach aphid and potato leafhopper by glandular trichomes of *S. berthaultii*. *Journal of Economic Entomology*. 74: 721-725.

Van Emden, H.F., V.F. Eastop, R.D. Hughes, et M.J. Way. 1969. The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology*. 14: 197-270.

Weathersbee III, A.A., D.D. Hardee, et W.R. Jr Meredith. 1994. Effects of cotton genotype on seasonal abundance of cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Agriculture Entomology*. 11: 29-37.

Whalon, M.E., et Z. Smilowitz. 1979. Temperature-dependent model for predicting field populations of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*. **111**: 1025-1032.

ANNEXE 1

TABLEAU COMPLÉMENTAIRE

Origine génétique	: B96-56 x M59 44
Obtenteur	: Agriculture Experiment Station, University of Wisconsin
Disponible depuis	: 1961
Catégorie	: consommation et transformation industrielle

CARACTÈRES DESCRIPTIFS

Tubercule forme	: ronde
yeux	: mi-enfoncés
peau	: chamois, légèrement floconneuse
chair	: blanche

Plante	: taille moyenne, petites feuilles, port érigé
--------	---

CARACTÈRES CULTURAUX ET D'UTILISATION

Rendement	: élevé
Densité spécifique	: moyenne
Maturité	: mi-saison
Résistances	: gale commune — modérément résistante
Susceptibilité	: mildiou — très susceptible Virus Y — très susceptible verticilliose — très susceptible

KENNEBEC

Origine génétique	: B127 x USDA 96-56
Obtenteur	: USDA
Disponible depuis	: 1948
Catégorie	: Consommation, transformation et exportation de semence

CARACTÈRES DESCRIPTIFS

Tubercule forme	: Elliptique à oblongue
yeux	: Superficiels
peau	: Lisse, chamois
chair	: Blanche
Plante	: Taille grande, port étalé, les feuilles sont grandes et les tiges épaisses. Quelques fleurs blanches.

CARACTÈRES CULTURAUX ET D'UTILISATION

Rendement	: Élevé
Densité spécifique	: Moyenne à élevée
Maturné	: Mi-saison
Résistances	: Mildiou-résistante à la race 1 Jambe noire-modérément résistante Virus Y-résistante Virus A-résistante Sécheresse-tolérante Gale verruqueuse - très résistante
Sensibilités	: Verticilliose - très sensible Rosissement des yeux-très sensible
Aptitude à la conservation	: Bonne
Qualité de consommation	: Excellente pour la consommation
Marché principal	: La variété la plus importante pour l'exportation de semence à cause de sa grande adaptation. Utilisée pour la consommation et la production de croustilles.

CHIEFTAIN

Origine génétique	: Ia1027-19 x La1354
Obtenteur	: Stations de recherche agricole d'Iowa et du USDA
Disponible depuis	: 1966
Catégorie	: Exportation de semence et consommation

CARACTÈRES DESCRIPTIFS

Tubercule forme	: Ronde à ovale
yeux	: Superficiels à demi-enfoncés
peau	: Rouge clair
chair	: Blanche
Plante	: Port étalé avec des grosses fleurs violet pâle, taille moyenne

CARACTÈRES CULTURAUX ET D'UTILISATION

Rendement	: Élevé
Densité spécifique	: Moyenne
Maturité	: Mi-saison
Résistances	: Mildiou - résistante aux races communes Gale commune - très résistante Virus A - résistante Nécrose réticulaire des tubercules - très résistante Brunissement du talon - résistante
Aptitude à la conservation	: Elle ne s'est pas bien conservée au Canada Atlantique
Qualité de consommation	: Excellente couleur après la cuisson. Le tubercule ne noircit pas après l'épluchage. Mauvaise aptitude à la transformation industrielle. Acceptable pour la cuisson à l'eau.
Marché principal	: Exportation de semence. Commercialisée comme produit pré-peelé. Consommation

Tableau 1: Fiches descriptives des différentes variétés de pommes de terre

(Ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick 1993).

ANNEXE 2

DIRECTIVES AUX AUTEURS

Ci-joint les directives aux auteurs pour la revue The Canadian Entomologist pour les articles présentés aux chapitres 2 et 3.

The Canadian Entomologist
DIRECTIVES AUX AUTEURS

(Les *Mémoires de la Société d'Entomologie du Canada* sont sujets aux mêmes normes et règles de révision que les articles du journal *The Canadian Entomologist*, sauf qu'un style plus libre est permis.)

Les manuscrits doivent être adressés au Rédacteur Scientifique
(adresse sous la page couverture)

Généralités. Les articles peuvent être publiés en Français ou en Anglais. Au moins l'un des auteurs doit être membre en bonne et due forme de la Société. L'article ne doit pas avoir été soumis pour publication antérieure ou simultanée dans une autre revue. Le texte doit être aussi concis que possible et tout matériel non essentiel à la compréhension du thème général de l'article doit être omis. Les auteurs sont encouragés fortement de remettre les spécimens types à un institut reconnu afin de documenter l'identité des organismes étudiés, et d'indiquer ces dépôts dans leurs articles.

Texte. Le manuscrit doit être dactylographié ou produit par imprimante de qualité lettre, entièrement à double interligne (incluant renvois au bas de page, titres des tableaux et figures, synonymies et listes bibliographiques), au recto du papier seulement, et en laissant des marges d'au moins 25 mm à gauche, au haut et au bas. L'utilisation de papier à manuscrit avec lignes numérotées est encouragée car elle facilite le travail de révision. Veuillez soumettre l'original et deux copies du manuscrit, chacune avec une copie claire de toutes les illustrations. Les auteurs doivent garder une copie du manuscrit et tous les originaux des illustrations. La position approximative des tableaux et des figures doit être indiquée dans le manuscrit. L'orthographe doit être conforme à l'usage prescrit par un dictionnaire réputé. Sauf dans une citation, il faut donner les dates sous la forme "1 avril 1981", "28 juin", etc. Dans le texte, les renvois aux figures doivent être faits sous la forme "Fig. 1", "Figs. 5-7", etc. Les citations de travaux publiés doivent être faites sous l'une ou l'autre des formes suivantes: "Cartier (1981) a montré...", "(Cartier 1981)", "(Walker 1976, 1978)" ou "(Walker 1976; Allen 1977a, 1977b)". Les renvois au bas de page doivent être gardés au strict minimum. Lorsqu'essentiels, ils doivent apparaître au bas de la page même où ils sont faits et être séparés du texte par une ligne. Les autorités scientifiques doivent apparaître pour tous les taxons des niveaux du genre et de l'espèce mentionnés au titre, de même qu'à la première mention qui en est faite au résumé et dans le texte.

Les abréviations et symboles de mots, phrases, termes et toponymes doivent si possible être ceux recommandés par le *CBE Style Manual, 5th edition, 1983* (Council of Biology Editors, Inc., Bethesda, MD, USA). Les toponymes ne doivent pas être abrégés s'ils font partie du titre ou de l'adresse des auteurs. Le Système International d'Unités (SI) doit être utilisé pour les poids et mesures.

Soulignage. Les mots en caractères italiques devraient apparaître en italiques ou être soulignés d'un seul trait. Les mots destinés à apparaître en majuscules doivent être tapés en majuscules dans le manuscrit.

Les articles taxonomiques doivent être rédigés de façon conforme à ceux qui paraissent couramment dans le journal, spécialement en ce qui concerne la synonymie (voir *Can. Ent.* 111: 1034-1035), les clés analytiques (111: 1037), et les listes de répartition (95: 604). Les entêtes secondaires ne doivent pas être en italiques.

Résumé. Les articles de plus de deux pages dactylographiées, à l'exception des notes scientifiques, doivent débiter par un résumé dont la longueur devrait être d'environ 3% de celle du texte sans toutefois dépasser 300 mots. Ne pas inclure de sommaire en plus du résumé. L'ajout d'une traduction du résumé en Anglais est encouragée et accélérera la publication; il devrait être fourni avec le manuscrit soit à la soumission ou avec les révisions finales.

Les remerciements doivent être modérés et regroupés dans un paragraphe séparé apparaissant à la fin du texte.

Les références doivent être listées alphabétiquement par ordre d'auteur à la fin du texte et conformément au style utilisé couramment dans la revue. Les abréviations utilisées pour les séries et les périodiques doivent être conformes à la *World List of Scientific Periodicals* (1963-1965). Le titre complet de chaque référence doit apparaître, de même que les pages exactes, sauf dans le cas de livres. Ne pas mentionner de pages ou de figures en particulier dans la liste bibliographique. Si c'est nécessaire, le faire dans le texte de la façon suivante: "(Walker 1980, p. 30, fig. 6)". Ne pas référer à ses propres travaux non encore publiés sous la forme "article soumis" ou "article en préparation". Il faut plutôt énoncer simplement les résultats trouvés. Les lettres de permission doivent être fournies pour toutes des "communications personnelles" citées par les auteurs. Ne pas inclure des "informations non publiées" ou des "communications personnelles" dans la liste bibliographique.

Les tableaux doivent être numérotés consécutivement en chiffres arabes et regroupés à la fin du texte, chacun sur une page séparée. Le titre doit être conforme aux normes du journal quant à la ponctuation et l'usage des majuscules, et doit expliquer clairement le contenu du tableau.

Illustrations, généralités. On doit soumettre trois copies claires de tous les dessins au trait et demi-teintes. Le nom de l'auteur, le titre de l'article et le numéro de la figure doivent être indiqués au dos de chaque illustration ou groupe d'illustrations. Les illustrations peuvent être soumises sous la forme d'imprimés photographiques déjà réduits à des dimensions compatibles avec celles des pages du journal, ou encore sous la forme d'originaux devant être réduits *d'au plus 2x*, car une réduction par un facteur plus élevé causerait probablement une perte de détail. Les dessins au trait *ne peuvent* être combinés avec des photographies dans une même figure, bien que ces deux types d'illustrations préparées séparément peuvent être imprimées côte-à-côte sur une même page. Le lettrage devant faire partie intégrale d'une illustration doit être clairement séparé du titre. Celui-ci est monté en caractères d'imprimerie et doit être soumis séparément de l'illustration. Les originaux de toutes les illustrations ne devraient être expédiés qu'après acceptation du manuscrit pour publication, alors que des instructions seront fournies.

Les **dessins au trait** doivent être faits à l'encre de Chine ou par l'emploi de transferts, sur une pellicule blanche de bonne qualité. Ne pas soumettre de graphiques sur papier quadrillé sauf si le quadrillage est bleu pâle. La grosseur du lettrage, des symboles et des motifs d'ombrage doit être choisie de façon à éviter toute perte de résolution après réduction de l'original. Le lettrage doit être propre, uniforme et préparé avec soin.

Les originaux en demi-teintes doivent être des imprimés à fort contraste sur papier glacé. Les négatifs ou les photographies non montées ne sont pas acceptés. Lorsque plusieurs photographies doivent apparaître sur une même page, les différents imprimés doivent être numérotés et montés côte-à-côte sur un carton. Minimiser l'usage de lettrage afin d'assurer le maximum de clarté. Les négatifs doivent être retaillés afin d'enlever toute partie blanche ou non essentielle, et ensuite agrandis de façon à ce que le sujet principal occupe le maximum d'espace.

Les **titres des figures** doivent être numérotés consécutivement en chiffres arabes et tapés en ordre à la fin du manuscrit, en accordant un paragraphe pour chaque page d'illustrations. Les titres doivent être soumis séparément des illustrations.

Des **notes scientifiques** ne dépassant pas deux pages imprimées sont acceptables. Elles sont sujettes aux mêmes normes que les articles sauf qu'un résumé n'apparaît pas. Il se peut qu'une partie d'une autre note scientifique apparaisse sur les tirés-à-part des notes.

Révision des manuscrits. Les manuscrits sont révisés par au moins deux réviseurs. C'est le Rédacteur Scientifique ou l'un des Rédacteurs Associés qui choisit les réviseurs dont les noms restent confidentiels. Tout article soumis sera accepté, rejeté ou retourné aux auteurs pour modification d'après les rapports des réviseurs. Les auteurs ont la possibilité de suggérer eux-mêmes des réviseurs compétents, et peuvent de plus informer la rédaction de toute révision ayant précédé la soumission en fournissant les noms des réviseurs et des copies de leurs commentaires. Dans le cas d'articles qui ont déjà été rejetés par d'autres revues, il faut inclure des copies des commentaires des réviseurs et des rédacteurs.

Frais de publication. Les frais de publication des articles paraissant dans *The Canadian Entomologist* sont de \$25.00 par page imprimée. Ces frais couvrent aussi tous les éléments qui s'ajoutent au texte, à l'exception des illustrations en couleur, sauf si ces suppléments totalisent plus de 40% des pages imprimées. Les illustrations en couleur sont à la charge entière des auteurs. Les chercheurs à la retraite et les entomologistes amateurs qui ne sont rattachés à aucune université ou institution officielle et qui devraient normalement payer les frais de publication eux-mêmes bien qu'ils soient dans l'impossibilité de la faire, peuvent demander de l'aide lors de la soumission de leur manuscrit.

Les frais de page pour les *Mémoires* sont de \$25.00 par page imprimée.

Les tirés-à-part sont vendus à la centaine seulement aux prix suivants (dollars canadiens):

Nombre de pages	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28
100 copies	\$60	\$86	\$115	\$149	\$185	\$225	\$270
Chaque 100 de plus	\$20	\$26	\$32	\$39	\$44	\$51	\$58

Des **réductions** (jusqu'à 40%) pourront être accordées aux auteurs qui certifieront au moment de commander qu'ils achètent des tirés-à-part à leurs frais. Les copies achetées personnellement par les auteurs en plus de celles achetées par leur institution, leur seront facturées aux tarifs applicables aux centaines additionnelles.